# أشهر المخترعين ومخترعاتهم

تأليف

**فليتشر برات**

الرسوم للفنان

**رص أندرسون**

ترجمة

عميد أركان حرب

**محمد عبد الفتاح إبراهيم**



# أشهر المخترعين ومخترعاتهم

تأليف

**فليتشر برات**

الرسوم للفنان

**رص أندرسون**

ترجمة

عميد أركان حرب

**محمد عبد الفتاح إبراهيم**

# المشتركون فى هذا الكتاب

**المؤلف : فليتشر برات**

كتب أكثر من أربعين كتاباً فى مختلف الموضوعات من طهى الطعام إلى الصواريخ . كان واحداً من مؤسسى « الجمعية الأمريكية للسفر بين الكواكب » التى تحولت فيما بعد إلى « جمعية الصواريخ » .

درس فى باريس . ويجيد سبع لغات ، عمل فى أثناء الحرب العالمية الثانية مراسلاً حربياً مع الأسطول . كتب عدة كتب للأطفال منها :

( ١ ) « الصواريخ والنفاثات والمقذوفات الموجهة وسفن الفضاء »

( ٢ ) « كل شىء عن : الصواريخ والنفاثات »

( ٣ ) « بسفينة الفضاء إلى القمر »

**صاحب الرسوم**

**رص أندرسون** : فنان يعمل فى رسم الكتب وتصميم أغلفتها منذ نحو خمس سنوات ، وفى هذه المدة رسم صور خمسة عشر كتاباً للأطفال ، وصمم أغلفة ١٣٠ كتاباً ، خدم فى الأسطول . ثم درس فى مدرسة متحف فيلادلفيا بإشراف هنرى بتز ، مع دراسة تكميلية فى عدة مدارس أخرى من مدارس الفن . يعيش الآن فى ريدج ريدج — كونيكتيكت — وله مرسم فى مدينة نيويورك .

**المترجم : محمد عبد الفتاح إبراهيم**

عميد أركان حرب . ماجستير فى العلوم العسكرية . دبلوم الدراسات العليا فى التاريخ والآثار السودانية من معهد العلوم الأفريقية ، جامعة القاهرة . صحفى ومؤلف ومترجم : مثله مثـــل مؤلف الكتاب ، كتب فى موضوعات كثيرة متنوعة من الدراسات المنزلية إلى العلوم الاجتماعية ودراسات الاستراتيچية والحرب . كتب عن النبى محمد : « محمد القائد » وأرخ لكلاوزيفتز ، وسوفورف ، والمدارس العسكرية فى العالم . ترجم عدة كتب للمؤسسة . منها « رواد الاستراتيچية الحديثة » فى أربعة أجزاء كبيرة .

**مصمم الغلاف : إيهاب شاكر**

# محتويات الكتاب

صفحة

تصدير بقلم عميد أركان حرب محمد عبد الفتاح إبراهيم . . ٩
مقدمة المؤلف . . . . . . . . ١١
١ — المفرقعات والطباعة والتليسكوب . . . . . ١٥
٢ — من السفينة الشراعية إلى الطائرة . . . . . ٢٩
٣ — آلة حلج القطن والمحصدة « آلة الحصاد » . . . . ٥٥
٤ — استكمال السحر بالكلمات والأسلاك . . . . ٦٤
٥ — مخترعات للمنزل . . . . . . . . ٨٤
٦ — الصلب وناطحات السحاب . . . . . . ٩٩
٧ — مخترعات عسكرية . . . . . . . ١٠٧
٨ — عجائب حديثة . . . . . . . ١٢٨



# تصدير

## بقلم

## عميد أركان حرب محمد عبد الفتاح إبراهيم

عندما تدير جهاز التليفزيون لترقب البرامج العلمية التعليمية . فإنك تشاهد الكثير من الآلات الكبيرة والمحركات التى تدور دون أن تهدأ للحظة واحدة . يلقمها عدد قليل من العمال كتلاً من المعدن فتدور بين أسنان الآلة وتتحرك فى أمعائها، وتدور هنا وهناك لتتساقط من الطرف البعيد للآلة فى عدة صور من المصنوعات الاستهلاكية التى نحتاج إليها فى حياتنا العامة ولا غنى لنا عنها .

وعندما يحتسى أحدنا كوبًا من عصير مثلوج . أو عندما يشعل لفافة تبغ بعود ثقاب ، أو عندما يجمع بعض أوراق معًا بمشجب صغير من البلاستيك أو المعدن . فإن هذا كله إنما هو ثمرة جهاد وكفاح أفراد آخرين لساعات طوال حتى يوفروا لنا هذه الحياة الهنية السهلة السعيدة . حتى للذين يعملون فى أكثر الأعمال إرهاقًا ممن يحترفون الكتابة والتحرير .

والواقع أن المنزل الذى يقينا حر الصيف وبرد الشتاء . وهذه الطائرات التى ننتقل بها من قارة إلى قارة . وهذه السفن التى تمخر بنا عباب المحيط الفسيح . كل هذا وغيره ما كان ليتحقق لولا الخيال الخصب الذى توافر لبعض الناس الذين انكبوا على الأوراق . وعلى أنابيب الاختبار فى المعامل . وعلى الآلات فى المصانع ، حتى حققوا هذه الأفكار التى كانت مجرد خيالات ثم صارت حقيقة لها مادياتها . كان كل شىء فى العالم نستخدمه اليوم ونسعد به كبر أو صغر . عظم قدره أو تفه ، مجرد فكرة خطرت لعبقرى . ثم أفلح بجهده ومثابرته فى أن يكسوها الحياة ! حتى هذا القلم الذى ينساب مداده على الورق . والذى ييسر

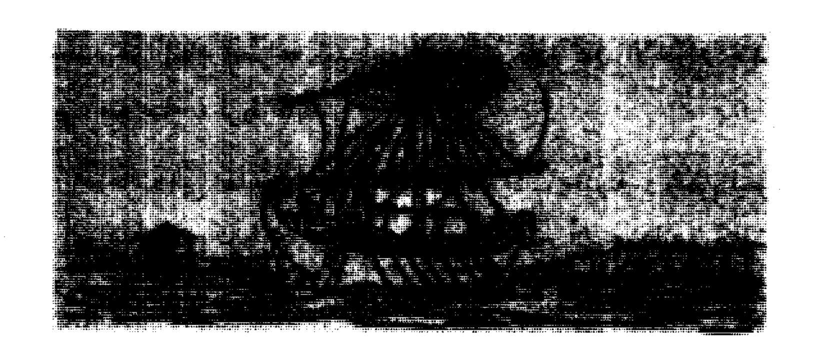
لنا التعبير عن آرائنا ، كان يدور جهد الساعات الطوال لأكثر من عبقرى ، أرادوا أن يخففوا العبء عن المفكرين والكتاب ، بدلا من الاضطرار لحمل المحابر وأقلام القصب « الغاب » .

فقصة المخترعات والمخترعين هى قصة الحضارة البشرية ، قصة التطور الذى أسعد الناس ويسر الحياة ، هذه القصة يقدمها الأستاذ فليتشر برات فى كتابه هذا عارضاً أكثر من خمسين من أعظم المخترعات التى كان لها دورها الكبير فى تقدم البشرية .

لقد جاء وقت كان الناس ينظرون فيه إلى الأفراد الذين ينكبّون على الأسلاك أو الأنابيب على أنهم قد فقدوا عقولهم ، ولكننا اليوم نتقبل هذه النتائج على أنها ثمار العبقرية . نتقبلها بفرح وسرور ، كما نتقبل أشعة الشمس وقطرات المطر .

والقصة التى نجح فليتشر برات فى تقديمها فى أسلوب مبسط ، مكنت من تفهم أدق وأعقد المسائل العلمية ، إنها قصة مثيرة تستحق المطالعة .

١٤ من يونيو سنة ١٩٦١ .



## مقدمة المؤلف

عنى الناس دائماً بالبحث عن السبل التى تجعل حياتهم أيسر وأجمل ، وقد حاول الرجال منذ البداية أن يصلوا إلى أيسر السبل وأسرعها لإتمام أعمالهم فى طابع متكامل متقن . وكنتيجة لهذه الجهود لم يعد الناس يعيشون فى الكهوف ، بل فى منازل مريحة . ويسافرون الآن بالطائرات والقطارات ، بدلاً من السير على الأقدام .

وكانت المخترعات هى التى حققت هذا النجاح . والرائد الأول الذى شحذ قطعة من الظرّان ثم أحكم ربطها إلى عصا . حصل ولا شك على سلاح أفضل وأمضى من العصا التى حملها سلفه ، وكان هذا السلاح مع بساطته اختراعاً حقيقياً . ثم مرّ وقت واخترع الإنسان قارباً استطاع أن يدفعه فى الماء بسرعة أكبر عندما استخدم مجدافاً عريضاً مسطح الطرف الذى يغمر فى الماء بدلاً من استخدام لوح عادى من الخشب . وكان هذا المجداف اختراعاً آخر .

فللمخترعات أهميتها بالنسبة إلينا ، نستخدم المئات منها كل يوم ، ولها قيمتها الكبيرة ، حتى إن كل الحكومات تمنح المخترعين وثائق يقال لها : « الامتياز » أو « حق الاحتكار الاختراعى » . وللحصول على هذا الامتياز أو الحق يجب

أن يثبت المخترع أولاً أنه قد أوجد شيئاً جديداً حقاً ، فإذا ما تسلم هذه الوثيقة كان له وحده حق إنتاج اختراعه لعدد من السنين ، فإذا كان الاختراع جيداً ونافعاً كسب منه صاحبه ثروة طائلة .

وجل المخترعات التى نقدمها فى هذا الكتاب مخترعات حديثة ، ولكن ليس معنى هذا أن القدامى لم يكونوا مخترعين ناجحين ، صحيح أن مخترعاتهم كانت قليلة من الناحية العددية ، وكانوا يفتقرون إلى الآلات المناسبة ، كما كانت تنقصهم المعرفة العلمية ، ولكنهم كانوا مخترعين ، وكانت لمخترعاتهم قيمتها .

ومن أول المخترعات ذات الأهمية الكبرى . . « العجلة » ، فهى التى مكنت من نقل الأحمال الثقيلة فوق الأرض الوعرة غير الممهدة ، ولو لم تخترع « العجلة » لما تم اختراع الآلات الحديثة كلها ، والهنود الحمر لم تتقدم حضارتهم لمدى بعيد بسبب أنهم لم ينجحوا فى الوصول إلى « العجلة » . ولقد فشل سكان أستراليا الأصليون فى اختراع « العجلة » و« القوس » ، ولهذا ظلوا متخلفين لوقت أطول .

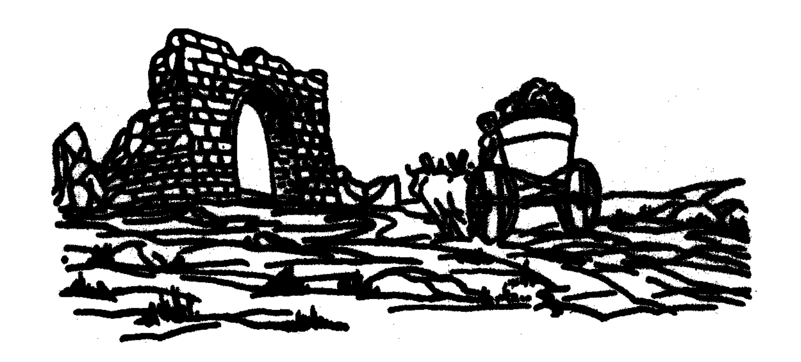
ومن أهم أسباب تحضر المصريين القدامى منذ عصور موغلة فى القدم أن رجلاً ماهراً منهم اخترع « الساقية » ، كانت هى نوعاً من المضخة تنقل مياه النهر إلى الحقول ، واخترع مصرى قديم آخر القارب الذى مكن من نقل الأحمال فى النهر جيئة وذهاباً ، شمالاً وجنوباً .

ومع أننا لا نفكر عادة فى الإغريق والرومان وأهل الصين كمخترعين كبار ، فإنهم قد فكروا ولا شك فى مبتكرات كثيرة معروفة ونافعة ؛ فالإغريق هم الذين اخترعوا العقود المقوسة للأبنية ، مما مكننا من بناء الجسور على مجارى المياه ، ومن إقامة الأبنية الكبيرة تاركين أسفلها مناطق مكشوفة . واخترع الرومان صناعة مواد البناء الصلبة المتماسكة ، وبذلك استطاعوا صنع الأحجار فى أى حجم وعلى أية صورة يحتاجون إليها . واخترعوا الدبوس الآمن ( الدبوس ذا المشبك ) ، واخترعوا

الأنابيب التى تدفئ المنازل على نحو ما تفعل الأجهزة المشعة للحرارة فى منازلنا الحديثة ، واخترع الصينيون « البوصلة » و « الصواريخ » .

ثم مرت سنوات طوال تعرف باسم « العصور المظلمة » لم يحقق الناس طوالها من المخترعات إلا ما ندر .

ومن التاريخ الذى يعتبر نهاية العصور المظلمة يبدأ الحديث فى هذا الكتاب راوياً قصة المخترعات حتى العصر الحديث ، ولكن الصورة لم تكمل بعد ، فلعله فى هذه اللحظات التى تقرأ فيها هذه الكلمات يكون رجل ما يعمل مجداً فى اختراع له أهميته ، مثله فى هذا مثل أى اختراع آخر .





# المفرقعات والطباعة والتليسكوب

كان الناس الذين عاشوا فى « العصور المظلمة » يعرفون عالمًا أبسط وأصغر من العالم الذى نعيش فيه اليوم ، ويرجع كل هذا التغيير الذى حدث فى العالم إلى ثلاثة مخترعات لم نكن نستطيع بدونها أن نبنى الأبنية العالية المتعددة الطبقات ، ولولاها لما عرفنا كيف نطلق مدفعًا ، ولم يكن من سبيل للحصول على وقود يكفى لتدفئة منازلنا ، بل لما توافرت لنا دراية بعلاج الكثير من الأمراض والعلل ، ولكانت الكتب غالية الثمن ، ولكان القليلون وحدهم هم الذين يقرأون ، ولما كان لنا أن نعرف على التحقيق حقيقة القمر والنجوم .

إن المخترعات الثلاثة التى مكنتنا من تحقيق هذا كله هى :

المفرقعات

والطباعة

والتليسكوب

كان البارود أول مواد المفرقعات ، ولكننا لا نعرف من الذى اخترعه ، ففى العصر الوسيط عندما اخترع البارود كان الناس يغرمون بمزج الأشياء معًا لمعرفة ماذا يمكن أن يحدث من هذا المزج ؛ ولهذا كان من الطبيعى أن يمزج شخص ما ثلاث مواد معروفة هى : نترات البوتاسيوم أو نترات الصوديوم ، والكبريت ، والفحم النباتى . كما يمكن أن يمزج أى مواد أخرى يجدها على مقربة منه وفيما حوله من مواد ، ونترات البوتاسيوم أو الصوديوم كان يستطيع العثور عليها أسفل أى كومة من السماد (السباخ) ، وكان يسهل دائمًا الحصول عليها ، وكذلك كان من



تجربة روچربيكون على البارود

السهل الحصول على الكبريت حيثما توجد البراكين ، وكذلك كان الفحم النباتى يوجد فى كل منزل .

وأول من يحدثنا عن تجربة « البارود » رجل اسمه « روچربيكون » ، كان راهباً إنجليزياً، وكان مشغوفاً بمعرفة كل شىء يوجد فى الطبيعة المحيطة به ، وفى سنة ١٢٤٢ كتب كتاباً قال فيه: إنه قد مزج نترات البوتاسيوم بالكبريت والفحم النباتى ، ثم أشعل هذه المواد بعد مزجها معاً ، فحدث وميض صحبه صوت كقصف الرعد ، ويمكن أن ندعو هذا الذى حدث « فرقعة » أو « انفجاراً » .

ومع أنه قد يبدو من هذا أن الراهب بيكون قد اكتشف البارود ، إلا أنه لم يعتبر مخترعه،ومن ثم فهو لا يستحق أن ننسبه إليه ، فلقد اخترع أو اكتشف

الكثيرون من الناس أشياء ظنوها ليست ذات نفع عملى ، ومع أنهم قد كتبوا عما وصلوا إليه ؛ ولكنهم سرعان ما نسوا هذا كله وكأنه لم يكن . وكان هذا ما فعله روچر بيكون ، كان كل ما يعنيه أن يرقب الانفجار ولكنه لم يحاول أن يستخدمه فى شىء ما .

وكان الرجل الذى فكر فى استخدام البارود راهباً آخر اسمه "برثولد شوارتز" . عاش فى فريبورج بألمانيا بعد مائة سنة من عصر روچر بيكون . وخطرت لشوارتز فكرة وضع بعض هذه المواد معًا فى أنبوبة من الحديد أغلق أحد طرفيها إغلاقًا محكمًا . تاركًا ثقبًا صغيراً ليدخل منه اللهب ، ثم وضع فوق المسحوق قطعة من الحجر . فلما أشعل النار وانفجر المسحوق قذف الانفجار بقطعة الحجر . وهكذا اخترع برثولد شوارتز « المدفع » .

وكان هذا اختراعًا له أهميته . فقبل اختراع المدفع كان النصر فى المعركة يقف دائمًا إلى جانب من هم أكثر عدداً . وأحد أسباب سقوط إمبراطورية روما أنه لم يتوافر رومانيون لصد رجال القبائل المتوحشة التى جاءت من الشمال. ولكن بعد أن أتم الراهبان بيكون وشوارتز عملهما . أمكن للعدد القليل من الرجال الذين يتسلحون بالمدافع أن يصدوا عن بلادهم عدداً كبيراً من المقاتلين الذين يحملون السيوف والحراب ، ولم تكن الولايات المتحدة الأمريكية لتستوطن ، لو لم يكن لدى المستوطنين مدافع ردوا بها الهنود الحمر على أعقابهم .

وكان لاختراع البارود أهميته من ناحية أخرى ، فقبل اختراعه كان أى أمير ثرى يتدثر بدرعه يستطيع أن يقهر أى عدد من الرجال الذين لا يتوافر لهم مثل هذا الرداء من الصلب . وكان الأمير يستطيع أن يعيش فى قلعته المشيدة من الحجر آمنًا مطمئنًا ، لأنه يعرف أن أحداً لن يصل إليه ، ومكن الراهبان الناس أن يعيشوا آمنين لا يقلقهم أن يغتصب منهم أمير ما يملكون .

على أن هذا لم يكن كل ما حققه اختراع البارود ، فقبل اختراع البارود

كان الناس يستخدمون الأزميل أو المنحات والفأس والمعول أو غيرها من الآلات اليدوية لا نتزاع الأحجار من الأرض . وكان حفر الأرض لإخراج الأحجار يتطلب جهداً إلى حد أنه لم يكن يشيد من الأحجار غير الكنائس ودور الحكومة وقصور الأثرياء ، ولكن عندما أمكن نسف الصخور وتكسيرها بالبارود ، أمكن كل فرد أن يشيد بيتاً من الأحجار .

واليوم نصل إلى كل ما يمكن انتزاعه من باطن الأرض بوساطة المفرقعات ، فالفحم والحديد والألومنيوم وغيرها من المعادن الأخرى يجب أن تنتزع كلها من الصخور التى تخفيها أسفلها ، ولولا ما قام به الراهبان بيكون وشوارتز لبقيت كل هذه المعادن التى نستخدمها اليوم مختزنة فى باطن الأرض ،نادرة الاستعمال ، غالية الثمن .

ولكن المفرقعات التى تفعل لنا هذا كله اليوم هى فى الواقع بعيدة جداً عن البارود ، فقد تمت خطوة أخرى بعد خمسمائة سنة من إشعال برثولد شوارتز المادة التى وضعها فى أنبوبة من الحديد ، وبعد ستمائة سنة من تجربة روچربيكون التى أحدثت الوميض والفرقعة التى كان لها قصف الرعد .

وجاءت هذه الخطوة عندما حاول إيطالى اسمه « أسكانيو سوبريرو » متابعة الأسطورة القديمة ، أسطورة جمع عدة مواد معاً لمعرفة ماذا يمكن أن يحدث من هذا ، فقد مزج مادة حامض النتريك بالجلسرين فأوجد سائلا مركباً هو « نيترات الجلسرين » فكان للمادة الجديدة انفجارها الشديد الذى يزيد أضعافاً مضاعفة على قوة انفجار البارود القديم . وكان سوبريرو كروچر بيكون رجلاً يستمتع بالتجارب لماهيتها وحدها ، فهو لم يُعن باستخدامها ، وقد جربت مادة « نيترات الجلسرين » التى اكتشفها هو بعد سنوات بوساطة أناس آخرين فوجدوها تحدث انفجاراً جيداً ، كما اكتشفوا أنها مادة خطرة ؛ فهى تنفجر عادة إذا ما وضعت فى دن مغلق ، على أن استخدام نيترات الجلسرين لتفتيت الصخور

أوضح أنها لسيولتها تنساب فى شقوق الصخور قبل أن يوضع « الفتيل » الذى يلهبها .

وفى القرن التاسع عشر بدأ كيموى سويدى اسمه «ألفريد نوبل» يبحث عن وسيلة لاستخدام نيترات الجلسرين استخداماً عملياً ، واعتقد نوبل أن هذا أيسر وآمن لو أمكن مزج نيترات الجلسرين بمادة جافة تمتص السائل ، وجرب ألفريد نوبل الكثير من المواد، فمزج النيترات بمادة هلامية چيلاتينية ، وكان الامتصاص جيداً ، ولكن الاشتعال لم يكن جيداً . وجرب قصاصات الخشب ( النشارة ) ، كما جرب فحم الحطب ، ولكنهما لم يحققا أمن الاستعمال ، وكانت علة المشكلة هذه المرة بسبب اشتعال نيترات الجلسرين وحدها عندما تلامس أى شىء ينبت من الأرض .

وهنا — كما يحدث غالباً — جاء الحل للمشكلة دون توقعه ، فقد وصل ألفريد نوبل إلى ما يطلبه من نيترات الجلسرين محزوماً فى مادة خفيفة الوزن من راسب ترابى يقال له : كيسلجوبر k eselgubr ، وهى مادة معروفة جداً فى السويد وشمال ألمانيا ، وتصنع من قواقع حيوانات البحر الصغيرة منذ آلاف السنين ، وفى سنة ١٨٧٦ قام نوبل بتجربته مستخدماً مادة التغليف هذه لامتصاص نيترات الجلسرين ، ووضح أنه عندما تبتل بنيترات الجلسرين جيداً يمكن ضغطها فى عصى صغيرة يسهل حملها ، كما يكون حاملها آمناً ، فإذا ما وضعت واحدة من هذه العصى فى ثقب يشق فى الصخور فإنها تنفجر وتفتت الصخر ، وأطلق ألفريد نوبل على اختراعه اسم « الديناميت » ، وكان هذا أول المواد التى نقول عنها : إنها شديدة الانفجار . وتوجد اليوم أنواع كثيرة من هذه المتفجرات ، كما أن لها عدة صور من صور الاستخدام . والواقع أنه كان من الصعب أن تقام الخزانات أو أن تشق الأنفاق دون هذه المواد الشديدة الانفجار ، والتى تستخدم أيضاً فى التعدين بالمناجم .

وقد عاش ألفريد نوبل حياة سعيدة وأثرى نتيجة لاختراعه ، ولكن أمواله استخدمت بعد موته لتقديم جوائز سنوية لأحسن عمل فى الكيمياء والطب والطبيعيات والآداب يستهدف ضمان السلام فى العالم ، ولا تزال جوائز نوبل تقدم للعاملين من أجل السلام حتى اليوم .

ولم ينجح ( يوهانز جوتنبرج ) المطبعى الألمانى فى تحقيقه الشهرة لنفسه باختراعه وسيلة جديدة للطباعة ، ففى أوائل سنى القرن الخامس عشر كان جوتنبرج يعمل فى دار سك النقود بمدينة مينز فى ألمانيا بصنع « القوالب » التى تختم بها النقود ، ولم يعرف عنه إطلاقاً تملكه للمال ، بل كان دائم الاقتراض عاملاً مجداً فى مشروع يستهدف به الثراء بسرعة ، وفى سنة ١٤٣٠ ترك مينز إلى ستراسبورج ليعمل فى صقل الأحجار لجوهرى هناك ، فلما لم ينجح المشروع بدأ جوتنبرج يتلفت من حوله باحثاً عن عمل آخر .

وفى سنة ١٤٤٨ عاد ثانية إلى مينز يعمل بفكرة جديدة : كان قد فكر فى طريقة لطبع الكتب ، وفى تلك الأيام كانت كل الكتب التى تنتجها أوروبا تكتب باليد ، ولهذا كانت كثيرة التكاليف غالية الثمن ، وكانت بعض الكتب تطبع على كتل خشبية تحفر فيها الرسوم والحروف وتختم بها الصفحات ، وقد عرف الصينيون هذه الطريقة واستخدموها منذ قرون ، ولكنها كانت طريقة بطيئة مجهدة ؛ ذلك لأن كل حرف كان يحفر فى الخشب إنما يحفر باليد ، ثم تعد الكتل الخشبية بعدد صفحات الكتاب ، وهذا يتطلب الوقت الطويل والمال الكثير .

ولما كان جوتنبرج يعمل جوهرياً ، فإنه كان عادة يحفر الحروف الأولى من أسماء عملائه على أحجار الحلى ، وكانت هذه تستخدم لختم أسماء أصحابها فى شمع لين رقيق يسكب فوق الوثائق سائلا ، ويترك حتى يجف أو يغمس الختم فى الحبر بدلا من الشمع ثم يختم به الورق .

وجاءت فكرة لجوتنبرج ، إذ خطر له أنه لو صنع عدداً من الحروف منفصلة

بعضها عن بعض لاستطاع أن يجمع منها كلمات ، ثم يعود بعد انتهاء حاجته منها إلى جمعها من جديد فى كلمات جديدة تكوّن جملا جديدة ، وهكذا . . ، وأدرك أنه سيلزمه الوقت الطويل للحفر فى المعدن ، فبدأ بحفرها فى الخشب ، حروفًا بارزة ، ثم ضغطها فى رمل ناعم لتترك أثرًا واضحًا عميقًا هو نفس صورة الحرف البارز ، وسكب معدنًا سائلاً أذابه فوق النار وتركه حتى يجف ، ثم رفع الحروف من الرمل وسكب معدنًا مذابًا ، وكرر هذه العملية المرة بعد الأخرى حتى حصل على كمية من الحروف استخدمها فى تكوين الكلمات التى يريدها ، وأعاد جمعها بصورة أخرى لكلمات جديدة . ومن ثم كان جوتنبرج أول مطبعى فى أوربا استخدم حروف الطباعة المنفصلة المتحركة التى يستطيع جمعها ثم فصلها وإعادة جمعها ، وفى كل مرة تتغير الكلمات والجمل والصفحات .

واستخدم جوتنبرج أول ما استخدم حروفًا من المعدن ، وقد وجد أنه من الضرورى أن يصقل الحروف بعد صنعها لمساواة بروزها بدرجة واحدة ، ولكنه اضطر عندما غمسها بالمداد وأراد طبعها أن يضغطها بقوة فانبعجت الحروف وفقدت صورتها الصحيحة الأولى ، ومع أن الفكرة كانت عملية حقًا واستطاع أن يطبع صفحات بحروف جمعها فى كلمات أكثر من مرة ، إلا أنه لم يستطع أن يستخدم كل مجموعة من الحروف إلا لطبع بعض صفحات .

وحاول أن يصنع حروف الطباعة فى قوالب من الرصاص بدلا من استخدام الرمل ، وكانت هذه الوسيلة وسيلة جيدة ، وخاصة لأن الحروف التى تصنع فى قوالب الرصاص لا تتطلب الصقل باليد على مثال تلك التى تصب فى الرمل ، ولكن بقيت الحروف لينة تتلف بالضغط ، ومن ثم لم تتغير المشكلة برغم سرعة صب الحروف ، ومع هذا بقى جوتنبرج يقضى فى صنع الحروف وقتًا أطول بكثير من الوقت الذى يقضيه فى الطباعة .

وجرب جوتنبرج عدة مركبات من الرصاص والقصدير فى صنع حروف



فى القرن الخامس عشر طبع جوتنبرج أول كتاب من إنتاجه

الطباعة ، وفى نفس الوقت استطاع أن يطبع أشياء قليلة ، وهنا — كما يحدث عادة — نضب معين ماله ، كان هذا فى حوالى سنة ١٤٥٠ ، ولكنه لم يلبث أن وجد مصرفياً ثرياً اسمه « چوهان فوست » رضى بأن يدفع لجوتنبرج مبلغاً يكفيه العيش لسنوات ، وقد اقترن حصوله على المال بانتهائه من طبع كتابه الأول ، كان كتاباً باللاتينية يعرض كيفية إعداد الخطب ، وكانت جملة صفحات الكتاب ثمانياً وعشرين صفحة طبعت كل منها على حدة ، ولهذا كان على الذين يبتاعون الكتاب أن يجمعوا الصفحات فى مجلد واحد بأيديهم هم .

وقد سر جوتنبرج بنجاحه ، وأكسبه هذا النجاح قوة ، حتى إنه بدأ يطبع « الكتاب المقدس » ، وكان هذا عملاً مليئاً بالجرأة ؛ فالكتاب المقدس كتاب متعدد الصفحات ، فضلاً عن أن جوتنبرج لم يكن قد انتهى من كل التفاصيل اللازمة لإعداد وصنع الحروف التى يستخدمها .

وهكذا فإنه بعد خمس سنوات من تقديم المصرفى فوست القرض الذى مكن جوتنبرج من معاودة العمل ، احتاج المصرفى لنقوده ، وبدأ يطالب بسدادها ، ولم يكن هذا السداد مستطاعاً ، بل إن جوتنبرج لم يكن يملك نقداً ما ، وكيف يستطيع فرد أن يجمع المال من طباعة الكتب ، والقلة من الناس هم الذين يقرأون ؟ ورفع فوست الأمر للقضاء عندما ضاق بالمطالبة ، واضطر جوتنبرج — كوسيلة لأداء الدين — أن يعطيه آلة الطباعة وما أعده من الحروف ومعها كل أدواته وأوراقه .

وكان فوست أكثر اهتماماً بالحصول على مال لا على أدوات للطباعة ، فأعطى ما تسلم من جوتنبرج إلى صانع قوالب آخر اسمه « بيتر شوبفير » ، وكان رجلاً ماهراً فى صناعته .

وأدخل بيتر عدة تحسينات على طريقة صنع الحروف ، حتى إن الكثيرين يعتقدون أنه لا يقل أهمية عن جوتنبرج .

وفى سنة ١٤٦٥ منح كبير أساقفة مينز لجوتنبرج وظيفة فى بلاطه مع كسوة جديدة من الثياب كل عام ، ولكنها كانت عملا لا صلة له بالطباعة، وكان جوتنبرج إذ ذاك أكثر اهتماماً بما يقيم أوده عن اهتمامه بأى شىء آخر، ولم يعمر جوتنبرج طويلا ، ولم يفكر فيه أى فرد كمخترع كبير ، بل الواقع أنه لم ينل اهتماماً كبيراً من أحد ، حتى إننا لا نعرف ماذا كانت سمات وجهه ؟ وهل كان متزوجاً أولا ؟ ولكن مع هذا فمن الصعب أن نتصور صورة العالم ماذا تكون اليوم لولا عمل يوهانز جوتنبرج .

وكالكثير من المخترعات ، كان التليسكوب واحداً من المخترعات التى تناولتها عدة أيد ، ولكن أكثر الفضل يرجع إلى إيطالى اسمه « جاليليو جاليلى » .

ولد جاليليو فى بيزا ابناً لأب كان ماهراً فى الرياضيات والموسيقى ، ولكنه كان دائماً رقيق الحال ، فهو لم يجمع مالاً من أى من الحرفتين ، ولهذا فقد اعتزم الأب فى قرارة نفسه ألا يعمل ابنه فى أى من الأعمال التى لا تكسب صاحبها مالا ، ومن ثم أرسله إلى جامعة بيزا ليدرس الطب .

ووصل جاليليو وهو ما زال يطلب العلم لتحقيق أول مكتشفاته عندما أثبت أنه لا علاقة لحركات الخطار « البندول » ، طالت المسافة التى يقطعها فى تأرجحه أو قصرت ، فإن كل حركة كاملة تقطع فى نفس الوقت كأى حركة أخرى له ، ولكن هذه الحقيقة العلمية — مع أنها لم تؤد مباشرة إلى اختراع ما — قد أوضحت أن لجاليليو عقلا خصباً .

ومرت أيام، وحدث أن دخل جاليليو إحدى غرف الدراسة حيث كان الطلبة يتلقون درساً فى الهندسة ، وقد استثارته المحاضرة ، حتى إنه طالب بأن يسمح له بدراسة الرياضيات ، وكان تقدمه فى هذه الدراسة سريعاً واسع المدى ، حتى إنه بعد ثلاث سنوات بدأ يلقى المحاضرات على الطلاب .

وفى ذلك الوقت كان العلماء يظنون أنه لو ألقى من ارتفاع ما بجسمين مختلفى



أسقط جاليليو جسمين من برج بيزا المائل

الوزن ، فإن الجسم الأثقل وزنًا يصل الأرض قبل الآخر ، كان هذا ظنًّا له طابع الحقيقة ، وجاء جاليليو فأثبت بالنظريات الرياضية خطأ هذا الاعتقاد ، ثم اعتلى برج بيزا وألقى بجسمين مختلفى الوزن فاصطدما بالأرض معًا فى لحظة واحدة.

وأوضح جاليليو أيضًا خطأ عدة نظريات رياضية أخرى ، ولكن سخريته بالذين كانوا يقولون بصدق هذه النظريات جعلتهم أعداء له ، وذات مرة قال عن آلة أقيمت فى ميناء ليجهورن لإزالة الأصداف من الميناء : إنها لن تعمل ، ولم يصدقه الناس ، ولكن عندما حاولوا استخدام الآلة فشلت كل الجهود فى إدارتها ، وأكسبه هذا أعداء جدداً ، واضطر عندما ضاق بالحياة فى بيزا أن يتركها إلى « بادوا » التى كانت يوم ذاك تابعة لجمهورية البندقية .

وكانت ببادوا جامعة لها شهرتها فى الخافقين ، وبدأ جاليليو هناك يلقى محاضراته

فى الرياضيات ، وكان الرجل قد نال نصيباً من الشهرة ، وبدأ الناس يفدون زرافات ووحداناً لسماع محاضراته . حتى إن الجامعة اضطرت لتبنى ( صالة ) بهواً خاصاً يتسع لألفى مستمع ، وعندما كان جاليليو فى بادوا اخترع أول محرار « ترمومتر » . ولا تزال الآلة التى اخترعها تستعمل حتى الآن فى صنع الرسوم الهندسية .

وفى سنة ١٦٠٩ بدأ جاليليو أشهر مخترعاته ، فقد سمع من أحد الرحالة الذين يجوبون البلاد بأن بلجيكياً اسمه « هانز ليبرشى » قد اخترع منظاراً يجعل الأشياء البعيدة عن الرائى تبدو وكأنها قريبة منه ، وأخبره الرحالة أن ليبرشى قد صنع هذا المنظار بجمعه عدسة « محدبة » لأخرى مقعرة ، ولكل من العدستين سطح مستوفى أحد جانبيها ،وسطح منحن للأعلى أو للأسفل فى الجانب الآخر .

وقضى جاليليو الليل كله ساهراً يفكر فى هذا الذى سمعه ، وراح يقلب الرأى ليصل إلى النظرية الرياضية التى تتمشى مع ما صنع ليبرشى ، وفى الصباح التالى بدأ جاليليو يصنع تليسكوباً بوضع عدستين فى طرفى أنبوبة من الرصاص ، وكان هذا الذى صنعه جاليليو أفضل بكثير مما صنعه ليبرشى بالرغم أنه لم يرقب — حتى ولأى تاريخ بعد هذا — ذلك المنظار الذى صنعه ليبرشى البلچيكى .

وانكب جاليليو عن تليسكوبه يحسن من صناعته ، وراح يبيع ما ينتج بيديه ، وصنع المئات وأرسلها إلى مختلف بلاد أوربا ، وكان لنجاحه صداه فى دوائر جمهورية البندقية ، حتى إنهم زادوا راتبه إلى ثلاثة أضعاف أى راتب منح لأستاذ عالم من قبل .

ولم يعتبر جاليليو واحداً من أعظم علماء عصره لأنه كان علماً من أعلام الرياضيات والميكانيكا فحسب ، بل بسبب النفع الذى حققه تليسكوبه ؛ ففى تلك الأيام كان كل فرد يعتقد أن الأرض مركز العالم ، وأن الشمس وغيرها من

الكواكب تدور من حولها ، وكان « الطريق اللبنى »* يعتبر حزمة من الضوء فى السماء ، وأن القمر مسطح الشكل ، كانت هذه هى النظريات التى يتناقلها الناس . ولكن عندما نظر جاليليو من خلال عدسات تليسكوبه لم يجد شيئاً من هذا كله صحيحاً ، فقد رأى أن فى القمر مرتفعات ، وأن الشمس تتنقل على محاورها ، وأن الكوكب المشترى له أقمار : مثلها مثل القمر الذى يدور حول الأرض ، ورأى أن « الطريق اللبنى » إنما تصنعه نجوم منفصلة .

وكتب جاليليو كتاباً تحدث فيه عن ملاحظاته ، وقال : إنها تثبت أن الأرض كوكب صغير يدور حول الشمس مع غيره من الكواكب ، وشكا بعض أعدائه إلى سلطات الكنيسة الكاثوليكية بأن بعض بيانات جاليليو تتعارض والكتاب المقدس ، وكان على جاليليو أن يذهب إلى روما للدفاع عن نفسه ، وقد فعل هذا بمهارة ، حتى إنه اعتبر غير ملوم ، ولكن قيل له ألا يكتب مثل هذا مرة أخرى .

وعاد جاليليو ثانية إلى محاضراته وتليسكوباته ، ولكنه لم يستطع أن يعطل من تفكيره بأن الأرض فى الواقع تدور حول الشمس ، وفى كتاب آخر كتبه بعد ست عشرة سنة أثبت هذه الحقيقة ، وأضاف أنها لا تتعارض مع شىء ما ممن جاء فى الكتاب المقدس .

وكان فى كتابه الثانى أكثر سخرية من خصومه مما كان وهو بعد صغير السن ، وفى هذه المرة استطاعوا أن يثبتوا أنه قد كتب بصورة ما ، ما نهى عن أن يكتبه ، وأرغم على أن يقرر علانية أن الأرض لا تتحرك على الإطلاق ، وأنها ثابتة كما يقول علماء عصره .

ومن المحتمل أن جاليليو لم يعنه كثيراً أن يقرر شيئاً كهذا علانية ،

* الطريق اللبنى Milky Way شريط من الضوء الباهت يرى فى السماء ليلا ويتكون من عدد لا حصر له من النجوم والسديم ، وهو بعيد جداً ولا يمكن تمييزه بغير التليسكوب .
« معجم ويبستر لسنة ١٩٥٦ ص ٩٣٤ »



جاليليو ومنظاره المقرب « تليسكوبه »

فتليسكوباته الجديدة فى كل مكان وفى متناول كل يد ، وكل فرد يعنى بأن يستخدم واحداً منها يستطيع أن يرقب بعينيه أن كل ما قاله جاليليو فى كتابه حقيقى لا شك فيه .

وعاش جاليليو حتى أدركه الكبر ، وفقد بصره ، ولكنه لم يتوقف عن التفكير فى الرياضيات ، وفى البحث عن مخترعات جديدة ، وانصرف يملى آراءه على تلاميذه ، وأقبل أعلام الرجال فى كل مكان فى العالم لمقابلته ولتقديره حق قدره.

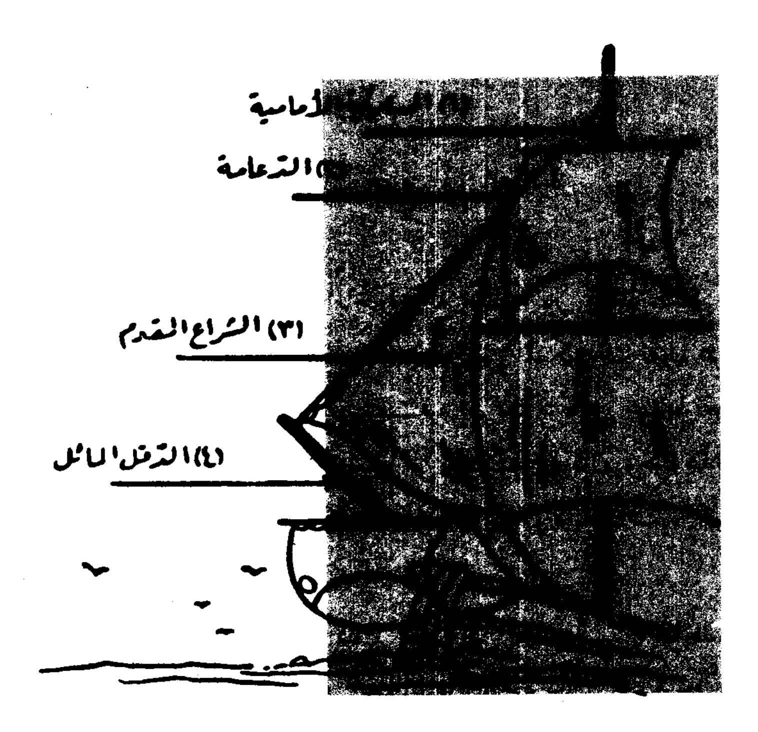
## ٢

## من السفينة الشراعية إلى الطائرة

نحن نعرف أن أول من أسهم باختراع له مكانته بين وسائل النقل المختلفة كان رجلا هولندياً ، وهذا كل ما نعرفه عنه ، ومن الممكن أن نقول عن هذا الرجل : إنه عاش فى الوقت الذى اكتشفت فيه أمريكا ، ونحن عندما نقول هذا يستند حديثنا إلى أسباب كثيرة لها نصيبها من الحقيقة . وكان وجود هذا الرجل فى ذلك العصر فألاً حسناً للعالم كله ، فلولاه لما كان لاكتشاف « كولمبس » لأمريكا ثماره الطيبة .

لقد كانت أغلب السفن قبل ذلك الوقت من ذات الشراع الواحد المربع الشكل ، ومعنى هذا أن السفن برغم استطاعتها الملاحة بحال جيدة جداً عندما تهب الرياح من الخلف فتدفعها للأمام ، فإنها لم تكن تستطيع أن تشق طريقها فى البحر بعكس اتجاه الرياح ، كذلك إذا أتت الرياح من أى من جانبيها ،أى لو كانت فى اتجاه مضاد لمنتصف السفينة تماماً ، فإن جزءاً كبيراً من قوتها يضيع فى دفع السفينة لاتجاه جانبى بدلا من دفعها للأمام .

وكان لهذا خطره فى المحيط . . . وذلك لأن الأرض تدور حول محورها ، وليست فى البحر جبال أو مرتفعات تغير من اتجاه الرياح ، ومن ثم فإن الرياح عادة تهب باستمرار من اتجاه واحد لأيام طوال لا تغير من اتجاهها ، وفى هذا الجزء من الأطلانطيق الذى اجتازه كولمبس كانت الرياح تهب من اتجاه الشمال الشرقى ، ودفعته الرياح فى سهولة ويسر إلى العالم الجديد ، ولكنه فى عودته قطع الطريق فى ضعف الوقت ، ولقد اضطر إلى الجنوح عن طريقه .




وقد واجه المستكشفون والمستوطنون الأولون هذه المتاعب ، إذ كانت السفن ترسو دائماً فى أماكن غير التى تقصدها ، وكان من الضرورى أن تتحرك مع الرياح إلى حيث تقودها أو تدفعها ، وهكذا كان من الواضح أنه ما لم يمكن حل هذه الصعاب بصورة ما ، فلن يتم استيطان العالم الجديد ، كما أنه لن تمتد تجارة حقيقية بين العالمين القديم والجديد .

وليس من المحتمل أن هذا الرجل الهولندى كان يفكر فى عبور الأطلانطيق عندما حل المشكلة ، بل الواقع أنه كان معنياً بأن يحقق تحكمه فى اتجاه سفينته فى المياه حول ساحل وطنه حيث كانت الرياح لا تستقر .

على أننا لكى نتفهم اختراعه يجب أن نعرف أنه — فى ذلك العصر — كانت توجد دائماً فى مقدمة السفن ذات الشراع « سارية » يقال لها : « الدقل

المائل » ، تستخدم أساسيًّا ليربط بها الحبل القوى الذى يتدلى من قمة السارية الأمامية ، والذى يقال له : « السند » أو « الدعامة » ، وذلك لتبقى السارية الأمامية مكانها . وكانوا يعلقون على الدقل المائل شراعًا صغيراً مربعًا لم يكن يستخدم كثيراً ، وقد فكر هذا الهولندى الذى نجهل اسمه أن يعلق فى السند شراعًا أكبر مثلث الشكل ، وعندما فعل هذا كان قد اخترع « الشراع المقدم » .

ومن المحتمل أن يكون الناس قد سخروا من هذا الهولندى عندما رأوا شراعه الجديد ؛ فالبحارة لا يحبون رؤية الأشياء تتغير ، ولكنهم لم يلبثوا — قبل أن يمر وقت — أن أدركوا الأهمية الكبيرة لهذا التغيير ؛ فقد وجدوا هذا الشراع الذى يندفع للخارج بعيداً عن طرف السفينة يعطيها قوة شد كبيرة ، وعندما يوضع الشراع وضعًا صحيحاً ، يمنعها من الاتجاه مع الرياح عندما تهب من أى من جانبى السفينة .

وتستطيع السفينة التى لها شراع مقدم أن تبحر فى اتجاه يقرب من الاتجاه الذى تجىء منه الرياح ، ثم إنه بمعاونة السكان ( الدفة ) يسمح الشراع المقدم للسفينة أن تغير من اتجاهها بسرعة ، أى إن قائدها يستطيع أن يبحر بها لليمين قليلاً من اتجاه الرياح ، ثم يغير وضع الشراع قليلا لليسار ، ومن ثم يستطيع الإبحار بعد قليل فى الاتجاه المضاد لاتجاه الرياح . ويقال لهذا العمل : « تغيير الاتجاه بتغيير الشراع » .

وبعد أن اخترع الهولندى — المجهول منا — هذا الشراع المقدم استطاعت السفن الشراعية أن تبحر حيثما شاءت ، وبذلك أمكن قيام مستوطنات فى أمريكا .

ونعرف أن هذا الشراع المقدم قد اخترع حول سنة ١٥٢٧ فى هولندة ؛ إذ نجد فى صورة من ذلك التاريخ سفينة هولندية لها هذا الشراع الجديد ، وهى أول صورة تسجل التاريخ المسطور لهذا الاختراع ، ولكن كما لم نعرف الهولندى الذى اخترع هذا « الشراع المقدم » ، فإننا لا نعرف الرجل الذى كان يملك تلك



بعد اختراع الشراع المقدم استطاعت السفن الإبحار فى اتجاه مضاد لاتجاه الرياح

السفينة التى تسجل تاريخ هذا الاختراع على وجه التقريب .

ولم يحزر المخترع العظيم التالى أن اختراعه الجديد سيستخدم فى أكثر من وسيلة من وسائل النقل، وكان هو « جيمس واط » ، أسكتلندى صغير السن عرف كيف يصنع ألوانًا مختلفة من الآلات فى أثناء عمله ليلا لانصرافه فى ساعات النهار لكسب ما يقيم أوده ، ولما بلغ الحادية والعشرين استخدمته جامعة جلاسجو لإصلاح تليسكوباتها وغيرها من الآلات التى تستخدمها فى معاملها ، وبعد سنوات قليلة ، أى فى سنة ١٧٦٤ ، أعطاه أحد الناس نموذجاً لآلة بخارية لإصلاحه ، وكان هذا هو النوع الوحيد من الآلات البخارية المعروفة فى تلك الأيام ، ولم تكن تستخدم إلا فى إخراج المياه من المناجم ، ومع هذا فهى لم تكن صالحة بخاصة لهذا العمل ؛ فهى تعمل ببطء وتحرق الكثير من الوقود ، فكان استعمالها تبعًا للنفقات الكثيرة يجعلها — مثلها مثل اختراع روجر بيكون — اكتشافًا طريفًا ، ولكنه لم يكن عمليًا .

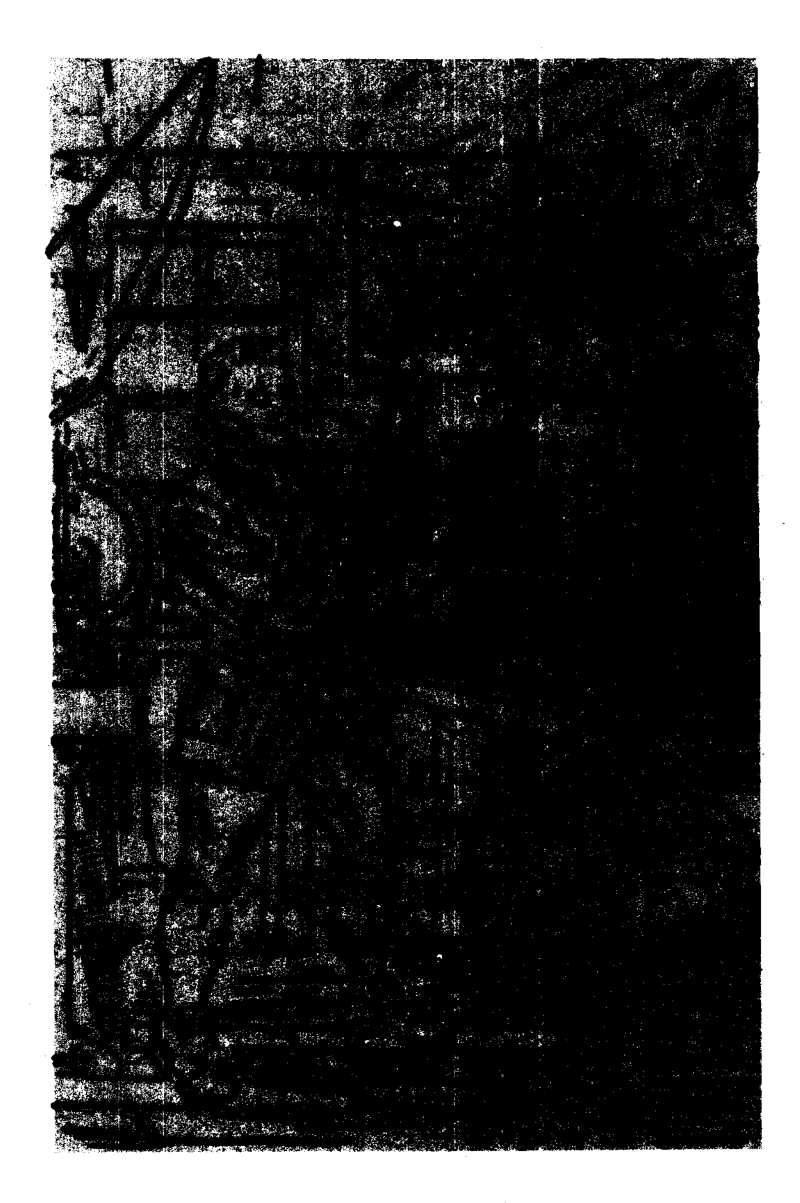
وكان جيمس واط قد تحدث إلى بعض الأساتذة بجامعة جلاسجو عن كيف يمكن استخدام البخار ، وكان قد حاول القيام بتجربةأوباثنتين ولكنه لم يحقق نجاحاً كبيراً ، على أنه عندما نظر واط إلى نموذج المضخة عرف لماذا كانت تعمل بهذه الحال السيئة .

ولعلك تعرف المبدأ الذى تعمل على أساسه الآلات البخارية ، إنها تعمل على أساس أنه عندما يغلى الماء ويتحول إلى بخار ، فإن البخار يحتاج إلى مساحة أكبر مما يحتاج الماء ، ولما كان للبخار قوته أيضاً فإن البخار فى تطلبه لمساحة أكبر يندفع بقوة كبيرة ، وعن هذه القوة تتولد الحركة . . .

ولكن فى هذه الآلة التى وصلت ليد واط ليفحصها ، كان البخار يدخل أسطوانة فيدفع المكبس إلى نهاية الأسطوانة ، وتصحب هذه الحركة بتطاير الماء إلى داخل الأسطوانة ، فيبرد البخار ويحوله إلى ماء ، وبذلك يقل الحيز الذى كان يشغله البخار ، ومن ثم فإن ضغط الهواء فى الطرف الآخر من المكبس يكفى لدفعه للخلف انتظاراً للجرعة الثانية من البخار .

وهنا تبرز المشكلة ؛ ففى كل حركة للمكبس تبرد المياه الأسطوانة ، فتحتاج إلى مزيد من البخار والوقت لرفع درجة حرارتها ثانية ، وقد رأى جيمس واط أنه لو استطاع أن يصل إلى وسيلة ما لحفظ الأسطوانة ساخنة طوال الوقت لعملت الآلة بسرعة أكبر ، ولما احتاجت إلى هذا القدر الكبير من البخار ، وبدأ واط يدرس كل شىء يمكن أن يصل إليه من معلومات عن البخار .

وفى مساء ذات يوم من أيام الآحاد كان واط يسير فى حديقة عندما خطرت له فجأة الفكرة الصحيحة ، فالمشكلة هى تبريد المياه للبخار داخل الأسطوانة ، وإذن فإذا أمكن تفريغ المنطقة خارج الأسطوانة من الهواء تطاير البخار نحو هذا الفراغ حيث يبرد بعيداً عن الأسطوانة ، ولكن أين يمكن أن توجد هذه المنطقة ؟ هنا جاءت الفكرة وهى صنع غرفة منفصلة يبرد فيها البخار ويكثف ، ويعاون هذا على سحب الكباس لأسفل الأسطوانة عندما يدخلها البخار .



جيمس واط يصنع مكثفاً لآلة بخارية

وبلا شك أنه كان من الضرورى إيجاد صمام ( بلف ) يفتح عند ما يحين الوقت لسحب البخار من الأسطوانة ، ومضخة لتفريغ المكثف ، والفكرة سهلة ، والتنفيذ ليس من المسائل التى يصعب تحقيقها عمليًّا ، ولكن واط أضاف جديداً ، فقد أضاف إلى الأسطوانة ( غلاف ) مدرع يمتلىء بالبخار لإبقاء الأسطوانة أكثر سخونة .

وصنع واط نموذجًا صغيراً لآلته ، وعندما وضعها موضع الاختبار والتجربة حققت نجاحًا كبيراً ، ومع أنه كانت هناك عدة مضخات تعمل على أساس استخدام البخار لحركة الكباس قبل أن يصنع واط مضخته ، إلا أن ما صنعه هو اعتبر دائمًا البداية الصحيحة الأولى للآلة البخارية .

ومع أن الآلة التى صنعها جيمس واط كانت جيدة ، إلا أنها كانت لا تزال فى حاجة لأن تمر بمرحلة تطور وتحسين ، ولم يكن واط معافًى قويًّا ، ومن ثم لم يكن يستطيع أن يوقف على آلته العجيبة كل ما يريد من الجهد والوقت ، ولم يكن يملك المال اللازم ، وهكذا اضطر للاستدانة ، واقترض مالاً من أحد رجال الأعمال ، ولكن الرجل فقد ثروته قبل أن يتم التحقق من أن آلة چيمس واط يمكن أن تعمل ، فشارك رجلا آخر اسمه بولتون ، وتابع عمله ليكمل اختراعه ، وفى سنة ١٧٧٥ ، أى بعد عشر سنوات من اليوم الذى خطرت له الفكرة الأولى ، بدأ مصنع « بولتون وواط » يصنع الآلات البخارية حقًّا .

ولسنوات طوال ظلت هذه الآلة لا تستخدم إلا لرفع المياه من المناجم ، وكان هذا أمراً ذا بال له أهميته ، فمناجم غرب إنجلترا تمتلئ بالمياه بأسرع مما تستطيع الآلات القديمة رفعها منها ، وهكذا كان العمال عادة يعملون وهم يخوضون فى الماء ، وفضلا عن هذا كانت الآلات القديمة تحرق كميات كبيرة من الوقود ، فلم يكن استخدامها مجزيًا ، وعلى نقيض هذا كانت الآلات

الجديدة التى صنعها چيمس واط أقل استهلاكاً للوقود ، ثم هى أصلح وأسرع عملاً ، ولهذا كان يشتريها أصحاب المناجم فى إنجلترا وفى غيرها من البلاد .

ولكن چيمس واط كان غير قانع بما حققه . كان يتابع اختراعه لأجزاء جديدة فى آلته لزيادة كفايتها واطراد تحسينها ، وبعد خمس سنوات من إنتاجه لأول آلة رافعة للمياه ، وصل إلى طريقة تجعل عمود الكباس فى تحركه لأعلى ولأسفل يدير عجلة ، وبدأ واط إثر ذلك مباشرة يضع كل الأجزاء المتحركة فى الآلة داخل ( غطاء ) مدرع ، وفى خطى متتالية الواحدة إثر الأخرى اخترع واط كل الأجزاء التى جاءت فى الآلة البخارية الحديثة .

وعاش چيمس واط طويلا ، عاش حتى رأى آلاته لا تستخدم لرفع الماء فحسب ، بل لإدارة المحركات فى مصانع مختلفة الأهداف والأغراض ، وتدريجياً أصبحت هذه الآلات تقوم بالأعمال التى كانت عادة تتم باليد العاملة .

وفى أثناء هذا كان واط قد نال نصيباً كبيراً من الشهرة ، وكان له أصدقاء فى كل مكان من العالم يراسلونه ، وفى هذه الرسائل جاءته آراء جديدة ، وكان واط قد درس فى قراءاته الطب والعمارة والموسيقى والقانون ، وكتب لأصدقائه فى رسائله إليهم الكثير عن هذه العلوم ، بل تعلم عدة لغات بعد أن تخطى السبعين من عمره .

وذات يوم وواط فى شيخوخته جاءه رسام أمريكى شاب اسمه روبرت فولتون ، كان ابناً لأبوين فقيرين لم يستطيعا لفقرهما أن يمكناه من طلب العلم فى معهد ، وعمل روبرت عند جوهرى عرف منه الكثير عن الآلات ، وقد طلب المعرفة عن هواية ، فقد عرف وهو بعد غلام حدث باسم « بوب الزئبق » ذلك لأنه كان ينفق كل ما يصل إلى يده من نقود لشراء الزئبق .

وقد سر چيمس واط أن يعرض آلاته على هذا الشاب النابه وبخاصة ما لم يدخل منها مرحلة الصناعة بعد ، ولربما يكون الرسام الشاب قد أخبر المخترع

الشيخ أنه لا يملك مالا ، ولهذا بعث به ليعمل فى المساحة والهندسة لدى بعض أصدقائه ، ووجد فولتون عملا طيباً قد ملأ عليه فراغ حياته ، حتى إنه ترك الرسم لينصرف بكل قوته ليعمل فى الآلات .

وكان الناس — وقد توافرت لهم آلة واط للإمداد بالقوة — قد بدأوا يصنعون أشياء كثيرة ، مستندين إلى هذه الآلة ، وكان فولتون أحد الذين اخترعوا آلات جديدة ، فاخترع آلة تنشر الرخام ، وآلة لصنع الأحبال ( الحبال ) ، ولكن لا هذه ولا تلك كانت لها أهمية كبيرة ، إلا أن فولتون كان فى ذلك الوقت قد شغف بفكرة السفينة التى يمكن أن تنغمر تحت سطح الماء ( الغواصة ) .

وسمع فولتون أن الحكومة الفرنسية معنية بالفكرة أيضًا ، ومن ثم ذهب إلى باريس ، وفى فرنسا صنع ( غواصة ) وهبط بها إلى عمق ٢٥ قدماً حيث ظل لمدة ساعة ، ومع أن هذه كانت أول غواصة فى العالم ،ومع أنها كانت تتبع النظرية الصحيحة للسفن التى تسير تحت سطح الماء ، إلا أن فولتون لا يعتبر أنه هو الذى اخترع الغواصة ، بسبب أن القارب الذى هبط به أسفل سطح الماء كان يتحرك بوساطة رجل يدير عمود مرفق كرنك ( مع بقائه فوق سطح الماء ) .

ولكن فولتون قد كسب من زيارته لفرنسا الشىء الكثير ، فقد قابل السفير الأمريكى لدى حكومة فرنسا ، روبرت ليفنجستون ، وأوضح فولتون له ما تعلمه من چيمس واط عن الآلات البخارية ، كما حدثه عن اعتقاده بأن مثل هذه الآلة يمكن أن تحرك سفينة .

وكانت فكرة استخدام آلة بخارية فى سفينة قد جربت فى قناة بأسكتلندة ، إلا أنها لم تنجح ، وظن فولتون أنه عرف سبب فشلها ، فقد دفعت السفينة « بدولاب بدالى » فى الكوثل ( مؤخرة السفينة ) وعطل هذا من عمل الدفة لتوجيه السفينة ، وضاع أكثر جهد الآلة قبل أن يصل إلى الدولاب البدالى ، واقترح فولتون أن يصنع دولابين بداليين على كلا جانبى السفينة ، واعتقد أن مثل هذه



فى سنة ١٨٠٧ قامت سفينة فولتون « كليرمونت »

السفينةتكون ذات نفع للملاحة بالأنهار ،حيث تصعب الملاحة بالسفن الشراعية.

وشجع ليڤنجستون الشاب فولتون على أن يبنى سفينة بخارية صغيرة على أساس هذه الفكرة التى خطرت له ، وكان على فولتون أن يخترع أغلب أجزاء آلته على مثال ما فعل چيمس واط من قبل بالنسبة لآلته ، ذلك لأن آلة فولتون يجب أن تختلف عن الآلات التى تستخدم على البر ، حيث يوجد متسع لكل شىء ، ثم إنه عند استخدام هذه الآلات على البر فليس ثمة خوف من النار ، ولا ضرورة لإبقاء النار التى تسبب غليان الماء وتولد البخار بعيداً عن أجناب السفينة المصنوعة من الخشب .

وأخيراً أتم فولتون بناء قاربه ومخر به عباب الماء فى نهر السين جيئة وذهاباً ، ومع أنه كان مجرد نموذج صغير على مثال النموذج الأول الذى صنعه چيمس واط لآلته البخارية ، إلا أن ليڤنجستون وفولتون قد سرا من عملهما ، لهذا فإنهما عادا من فورهما إلى أمريكا ؛ وبدأ العمل لبناء سفينة أكبر بكثير من القارب الذى تمت



أول سفينة بخارية حقاً بأول رحلة لها فى نهر هدسون

عليه التجربة الأولى ، وأطلق على السفينة الجديدة اسم «كليرمونت» موطن ليفنجستون .

وفى سنة ١٨٠٧ أبحرت «كليرمونت» فى نهر هدسون ، وتابعت سيرها وسط دهشة جماهير غفيرة من الناس ، كانوا كلهم يتوقعون أن يروها وقد اكتسحها التيار أمامه ، وكانت هذه أول سفينة بخارية حقًّا ، ويستحق فولتون فضل بنائها ، على أنه بعد سبع سنوات بنى فولتون أول سفينة حربية بخارية ؛ ولكن لم تتوافر الفرصة لإثبات كفايتها وصلاحيتها .

على إن نجاح «كليرمونت» وغيرها من السفن البخارية جعل الناس يعجبون مما إذا كانت الآلات البخارية يمكن أن تستخدم لتحريك عربات على الأرض ، كما حدث للسفن فى الماء ، وكان واحد من هؤلاء الناس إنجليزيًّا شابًّا ، اسمه چورج ستيفنسون ، كان عمله أن يرعى الآلات الرافعة للمياه فى منجم

للفحم بجوار تيلنجورث ، وكان الرجل أقل تعليماً من روبرت فولتون ، بل إنه لم يكن يعرف القراءة ، ولكنه كان تواقاً ليعرف كل ما يمكن أن يصل إليه من علم عن الآلات ، وبدأ وهو فى الثامنة عشرة يذهب إلى مدرسة ليلية ، فتعلم القراءة والحساب ودرس الآلات ، كل هذا فى وقت واحد ، وبعد أربع سنوات كان قد تقدم بسرعة حتى نيطت به رعاية كل الآلات التى فى منجم تيلنجورث .

وسمع ستيفنسون عن بعض تجارب أجريت على العربات البخارية ، آلات يقصد بها أن تسير فى الطرقات حاملة الركاب ، وسمع أنها قد اجتازت التجربة بنجاح ، ولكن الفكرة لم تبد جيدة لستيفنسون ، فإن العربات البخارية لم تكن مريحة فى الطرقات المتربة كثيرة الأخاديد ، والتى كانت الصورة العامة لكل الطرق فى ذلك العصر ، ثم إن هذه العربات كانت تحمل عدداً صغيراً جداً من الركاب.

وكان الفحم فى ذلك الوقت ينقل من منجم تيلنجورث إلى نقطة على مسافة ثمانية أميال لتحمله السفن ، والعادة أن يتم هذا بما أطلق عليه اسم « طريق الترام » وهو مجموعة من القضبان الخشبية تعلوها طبقة من الحديد فتسير عليها العربات التى تجرها الخيول ، وحث چورچ ستيفنسون أصحاب المنجم ليكلوا إليه أمر إقامة ما أسماه « آلة السفر » ، والتى تقوم بما تقوم به الخيل ، وكل هذا أشبه بما تم عندما صنع فولتون قاربه البخارى ، فكل أجزاء الآلة الجديدة يجب أن تكون ضيقة ، أضيق مما فى آلة رفع المياه ، وأن تصف أجزاء الآلة بطريقة مختلفة ، ولم يكن الأمر هيناً ، لكن چورچ ستيفنسون استطاع هذا ، وفى ٢٥ من يوليو سنة ١٨١٤ بدأت أول آلة تسير على قضبان تجر بنجاح عربات الفحم من المنجم إلى المكان الذى تنتظرها فيه السفن .

وفى ذلك الوقت بدأ عدد من الناس يفكرون فى إمكان نقل الركاب فى «ترام» بدلا من عربات المسافرين التى تجرها الخيل ، والتى كانت تستعمل وقتئذ ،

ولكن إلى أى مدى سيكون هذا أفضل ، بدلا من التعثر فى الطرقات الكثيرة الأخاديد ؟

بدأت جماعة تنشئ طريقًا قصيراً بين بلدتى ستوكتون ودارلنجتون ، وقد قام مشروعهم على أساس استخدام الخيل لجر العربات ، ولكن ستيڤنسون عندما سمع بهذا التمس أن يتركوه يحاول تجربة « آلة السفر » التى اخترعها . وكان عليه أن يتولى وضع القضبان حتى لا تكون فى الطريق منحدرات حادة ، ذلك لأن الآلة لم تكن قوية بالقدر الذى يمكنها من الصعود فوق المنحدرات الحادة . وفى سنة ١٨٢٥ افتتح الخط ، وقاد ستيڤنسون بنفسه القاطرة الأولى ، وعدا أمام القاطرة رجل يمتطى جواداً ملوحًا بعلم أحمر لتحذير الناس من القطار القادم .

وكان نجاح ستيڤنسون عظيماً ، حتى إن جماعة أخرى قررت إنشاء خط بين مدينتى ليڤربول ومنشستر ، فاستأجرته لإرساء القضبان ، ولم يكن هذا الطريق الثانى أطول فحسب ، بل كان به الكثير من المستنقعات والتلال ، حتى قرر الكثيرون من المهندسين أن الخط لن يمكن إرساؤه إطلاقًا . ومع هذا نجح ستيڤنسون .

وكان الناس الذين يملكون هذا الخط قد اعتزموا أن يجروا العربات على القضبان بآلات مثبتة فى عدة أماكن تسير على أسلاك جانبية ، ولكن عندما نجح ستيڤنسون فى وضع القضبان الحديدية غيروا من قرارهم ، ووافقوا على أن يعلنوا عن مباراة لاختيار أفضل قاطرة بخارية .

وأسهم ستيڤنسون فى المباراة بآلته التى أسماها « الصاروخ » ، وكانت شيئًا آخر يختلف عن أية آلة صنعت من قبل ، فقد وضع أسطوانة الماء التى تغلى لتوليد البخار فى جانب الآلة ، وكانت « الصاروخ » أفضل الآلات التى تقدم بها أصحابها للمباراة ، وطلبت الشركة ثمانى قاطرات ، وكانت كل الآلات التى صنعت من قبل أقل سرعة عن الجواد ، ثم كان من الضرورى أن تتوقف بعد أن تقطع عدة أميال لتتزود بالمياه والوقود ، ولكن « الصاروخ » استطاعت قطع

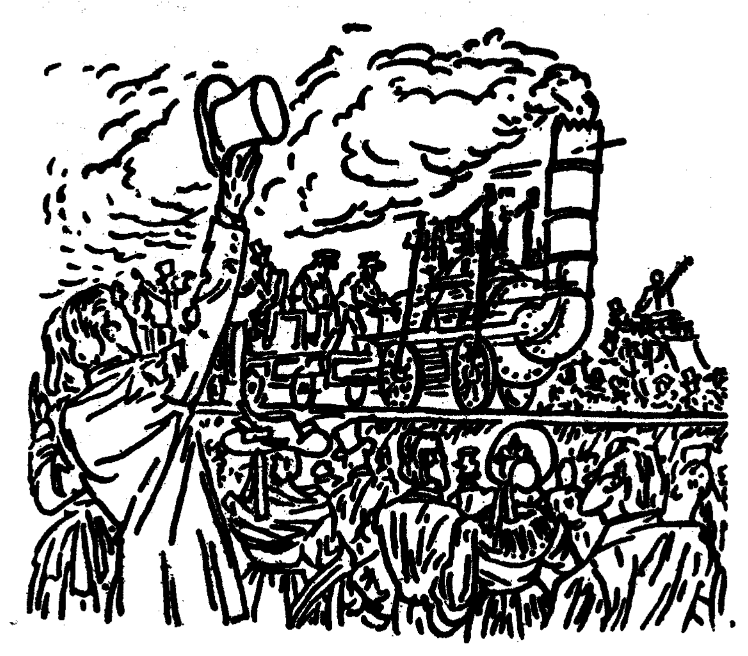


وقاد ستيفنسون بنفسه اول قاطرة

الطريق فى مرحلة واحدة تجر وراءها عدة عربات مليئة بأحمال ثقال .

وافتتح خط ليفربول ــ منشستر يوم ١٥ من سبتمير سنة ١٨٣٠ ، وكان النجاح عظيما إلى حد أن الناس فى العالم كله بدأوا ينشئون الخطوط الحديدية ، وقد أنشأ چورج ستيفنسون جل هذه الخطوط ، كما صنع القاطرات لها . .

وكانت إحدى الآلات التى هزمتها قاطرة ستيفنسون « الصاروخ » فى المباراة ، قد وضع تصميمها چون إيريكسون الرجل الذى اخترع عدة أشياء ، إلى حد أن اسمه سيذكر أكثر من مرة فى هذا الكتاب ، كان إيريكسون سويدياً يعمل فى رسم الخرائط للجيش ، وكان ينقد أجراً مضاعفاً لأنه كان يعمل ضعف عمل أى شخص آخر معه ، والشىء الذى يجب أن نذكره أن إيريكسون كان على دراية



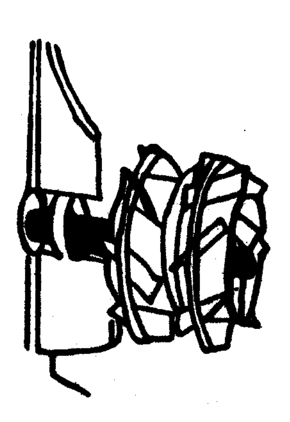
وعدا أمامها رجل يمتطى جواداً

بالآلات ، وكانت تملأ رأسه أفكار كثيرة ، وفى سنة ١٨٢٦ أجمع أمره ورحل إلى إنجلترا ، واستطاع أن يجد عملا فى تصميم الآلات وأجزائها ، وفى إصلاح ما يكون قد توقف منها عن العمل ، وكان ماهراً فى عمله ، دقيقاً فى تصميم الرسوم ، وكل الآلات التى صنعت طبقاً لرسومه عملت بدقة وإحكام .

وكانت صناعة الآلات للسفن من بين ما عنى به إيريكسون ، واعتقد أن طريقة روبرت فولتون لإكساب السفينة ما تحتاج إليه من قوة دافعة للحركة بوساطة دواليب بدالية ، هى طريقة ليس فيها ما يدل على مهارة ، فهى طريقة بدائية ضعيفة ، ذلك لأن العجلات الكبيرة تتلف فى الغالب بسبب الأجسام التى تطفو فوق الماء ، فإذ صنعت عجلات أكبر وأقوى صعبت إدارتها ، ولم يتناسب حجم العجلة وقت دورانها مع القوة التى تتولد ، وخطر لإيريكسون أن يضع مروحة لولبية أسفل مؤخرة السفينة ، ولهذا أهميته وبخاصة فى السفن الحربية ، ذلك لأنه يمكن

من وضع الآلات أسفل خط الماء ، إذ كانت العادة يوم ذاك أن توضع المحركات فوق ظهر السفينة بين عجلتى الدولابين البدالين ، ومن ثم فإنها تتعرض لرصاصات العدو ، وكانت رصاصة واحدة يمكن أن تعطل الآلات عن العمل .

وكانت هذه الفكرة قد خطرت لبعض الناس من قبل، ولكنها لم تنجح عمليًّا، واعتقد إيريكسون أن علة الفشل كانت لأن الناس لم يدرسوا مشكلة الحجم الذى يجب أن تكون عليه هذه المروحة اللولبية ، وماذا يكون شكل شفراتها ؟ وكيف يجب أن تتصل بالآلة ؟ ومع أن إيريكسون اشتغل بعدة أشياء فى وقت واحد ؛ فإنه قام بالعمليات الحسابية بعناية . وذات يوم عرضها على القنصل الأمريكى فى ليفربول ، وكان رجلا ثريًّا اسمه فرنسيس أوجدن .



مروحة إيريكسون اللولبية

ووافق أوجدن على أن يعاون إيريكسون ليصنع قارباً بخاريًّا صغيراً يضع به إحدى مراوحه اللولبية ، وتم العمل بنجاح ، حتى إن أوجدن قدم إيريكسون إلى القبطان روبرت ستوكتون من الأسطول البحرى الأمريكى ، وبنى الثلاثة معًا سفينة ذات مروحة لولبية أخرى سنة ١٨٣٩ ، وكان نجاحه كبيراً، حتى إن القبطان ستوكتون حث إيريكسون على أن يشد الرحال إلى أمريكا ليعاون على تصميم سفينة

حربية سيطلق عليها اسم « برنستون » .

وكانت برنستون أول سفينة تسير فى الماء بمروحة لولبية ، وقد حققت نجاحًا لأن الرسوم التى وضعها چون إيريكسون كانت دقيقة ، وذلك لمهارته فى الهندسة ، ولكن السفينة لم تلبث أن أصيبت فى حادث ؛ حادث لا علاقة له ببنائها ولا بمحركاتها ، وألقى قائدها القبطان ستوكتون باللوم على إيريكسون ، ولم يكن ستوكتون موفقًا فى هذا ، بل كان ظلوماً ، على أنه لم يقف عند هذا الحد ، بل تابع العمل حتى حال بين إيريكسون وبين حصوله على حقه عما قام به من أعمال للأسطول ، وإذ ذاك نفض إيريكسون يديه من العمل للبحرية ، ووجه مواهبه لاختراع آلات إطفاء الحريق ، وبدأ العمل فى نيويورك.

وكما رأينا ، كانت فكرة استخدام الآلات لحمل الناس ونقلهم من مكان إلى آخر قد خطرت للكثيرين قبل اختراع الطرق الحديدية ، ولكن الواقع أن أشياء كثيرة قد وقفت تسد السبل على هذه القاطرات التى تنفث الدخان من افواهها على طول الطريق الذى تمر به ، وإلى ما حوله من المناطق . ثم إنها تفزع الجياد ، وكان هذا أمراً أحس به الكثيرون ، فقد كان طابع العصر أن يسافر الناس على ظهور الخيل ، أو فى عربات تجرها الجياد .

وقامت عدة صعاب أثارها أصحاب عربات المسافرين ؛ فقد ظن هؤلاء أن أقل ما يمكن أن يكون لهذه القاطرات من أثر ، أنها ستضع حداً لاستخدام عرباتهم فى السفر ، وهكذا بدأت البلاد تصدر القوانين ، محرمة استخدام الآلات البخارية فى الطرق ، وهكذا كان اختراع السيارة يجب أن ينتظر حتى تجئ إلى الوجود أشياء أخرى ، وكان بين هذه الأشياء رجل نمسوى يعمل فى هندسة الطرق الحديدية اسمه « چوليوس هوك » .

وكان چوليوس هوك فى العقد السادس من القرن التاسع عشر ، يعمل فى صناعة الآلات ، وكان الناس قد بدأوا يستخدمون « الكيروسين » ، وهو سائل يستخرج من البترول الذى يخرج من باطن الأرض ، وعندما صنع الكيروسين ، كان من

بين منتجاته سائل خفيف نطلق عليه الآن الاسم « غازولين » ، وأثبتت التجارب أن الغازولين يحترق بسرعة أكبر من أن يستخدم فى الإضاءة على مثال ما نفعل بالكيروسين ، وفضلاً عن هذا فإن الغازولين إذا اختلط بالهواء أحدث فرقعة وانفجاراً .

وخطرت الفكرة لجوليوس هوك . فإن الانفجار الكبير يحدث متاعب ، ولكن الانفجار الصغير قد يكون نافعاً ، فإذا حدث الانفجار داخل أسطوانة « سيلندر » الآلة ، فإنه يدفع الكباس ، وهكذا ، فنى سنة ١٨٧٠ صنع هوك آلة يمكن أن تنتشر داخل أسطوانتها كمية صغيرة من هذا السائل الخفيف مصحوبة بالهواء ، فينبثق لهب يشعل المخلوط ، ويحدث انفجاراً صغيراً يدفع الكباس لأسفل ، عندئذ تدفعه ذراع متصلة به ثانية إلى أعلى ، ليكون الكباس فى الوضع الأول للقيام بالانفجار التالى الذى يدفع الكباس لأسفل ، فتعيده الذراع لأعلى ، وهكذا تتولد حركة مستمرة من الكباس والذراع لأسفل ولأعلى .

ولم يفكر چوليوس هوك إطلاقاً فى استخدام هذه الآلة لجر عربة ، كان كل ما يعنيه أن يصنع آلة يمكن أن تثبت فى مكان متوسط لتمد بعض الآلات الأخرى بالقوة المحركة التى تحتاج إليها ، على أن يستخدم الزيت الخفيف الذى لم يكن هناك من يحتاج إليه لشىء ما . وقد حققت الآلة التى صنعها هوك كل هذا ، ولكن أحداً لم يهتم بها كثيراً ، فقد كانت هناك عدة آلات أخرى يمكن أن تفعل نفس الشىء .

وبعد قرابة عشر سنوات بدأ مهندس ألمانى اسمه جوتليب ديملر يعنى باستخدام الآلات لجر العربات ، وكانت أسرته قد أرادت أن تجعل منه كاتب مدينة ، ولكنه وهو لا يزال يطلب العلم كشف عن اهتمام بالآلات أكثر من اهتمامه بالكتب ، وأخيراً وافقت أسرته على أن يتمرن عند صانع مدافع ، فلما أتم دراسة الهندسة الصناعية عمل لعشر سنوات دون أن يتعطل عن العمل يوماً واحداً ، بل كان أحياناً يستيقظ من نومه فى أثناء الليل ليعمل فى تصميم الآلات ويظل

مستيقظاً حتى الصباح ليرقب شروق الشمس ،ولينصت لصوت الطيور التى كان مغرماً بها .

وكما حدث للكثيرين من كبار المخترعين ،حل ديملر كل مشكلاته بالتفكير بأساليب لم تخطر لغيره ، وكان ديملر يعتقد أن شخصاً آخر لم يستطع بناء عربة تتحرك على الطرق بوساطة آلة ، بسبب أن كل من فكر فى آلة ، فكر فى آلة كبيرة الحجم جداً ثقيلة الوزن جداً ، ولم تكن أية آلة قد صنعت حتى ذلك الوقت تدور أكثر من مائتين وخمسين دورة فى الدقيقة ، وهذه دورات لا يمكن أن تدفع عربة للأمام إلا إذا كانت كل من الآلة والعربة كبيرة الحجم جداً .

وفكر ديملر أنه يستطيع أن يصنع آلة تدور ألف دورة فى الدقيقة وتكون صغيرة الحجم جداً ، ومن ثم فإنها يمكن أن تدفع عربة ما ، وقد قال له كل المهندسين : إن تقديراته خاطئة ، وأجروا عمليات حسابية لإثبات أن الآلة البخارية التى تسير بهذه السرعة تنفجر ، ذلك لأن ضغط البخار لن يتغير ، فإذا كانت أجزاء الآلة رقيقة خفيفة الوزن ، فإنها لا يمكن أن تمنع البخار من الانفجار وتحطيم أجزاء الآلة .

وهكذا بدأ جوتليب ديملر يعمل للوصول إلى نوع من الآلات يمكن أن يكون صغير الحجم خفيف الوزن ، ومع هذا تدور محركاته بسرعة ، ومع الوقت وصل ديملر إلى نموذج لآلة چوليوس هوك ، وبدا له أن هذه الآلة هى التى يحتاج إليها ؛ ذلك لأنه كلما صغر حجم الآلة ، صغر الانفجار داخل الأسطوانة .

ولكن كانت هناك صعوبة واحدة هى أن انبثاق اللهب داخل جدار أسطوانة آلة هوك ، كان يحدث الانفجار قبل الوقت الذى يجب أن يتم فيه ، وحار ديملر فى هذا طويلا قبل أن يفكر فى تمرير تيار كهربى داخل الأسطوانة ، وأن يفكر فى جعل الوميض الكهربى يحدث على وثبات لإحداث الشرارة ؛ وإحداث الانفجار .

وفى سنة ١٨٨٣ خرج بنموذج للآلة الجديدة التى تصورها ، وبعد سنتين وضع آلة على دراجة ، وبدأ يسير بدراجته ذات العجلات الثلاث ، والتى تسير

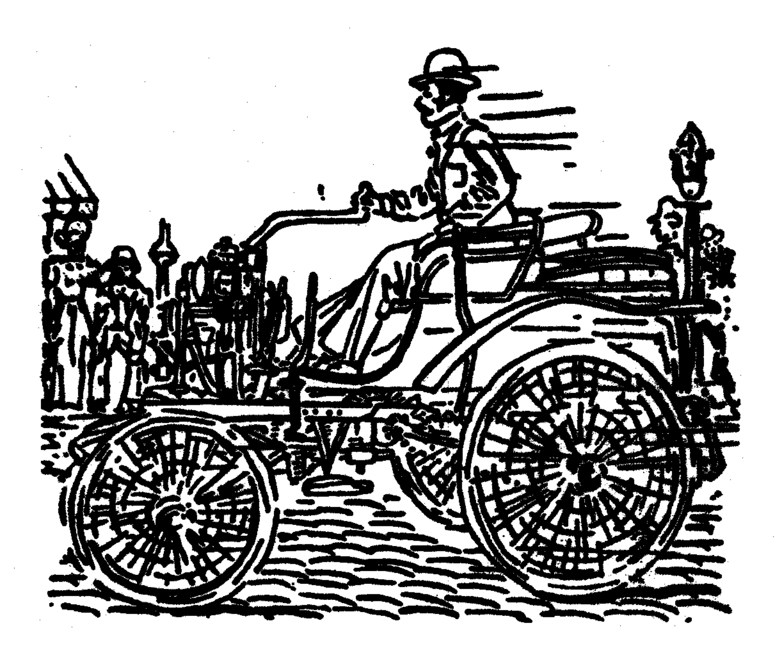
بالغازولين ، بدأ يسير بها فى طرقات ألمانيا ، واستطاع أن يتفق مع شركة لصنع هذه الآلة الجديدة ، وأثرى من هذا ، ولكن مع أن ديملر هو الذى اخترع هذه الآلة التى يسرت صناعة السيارات والطائرات ، فإنه لم يخترع أيًّا منهما فى الواقع .

وكانت المشكلة أن ديملر برغم ما حققته دراجته من نجاح لم يعرف كيف يصل بقوة الدفع إلى عربة ذات أربع عجلات بدلا من ثلاث ، على مثال ما فى دراجته البخارية ، وعندما نقل الآلة من الأمام للخلف ووضعها بين العجلتين الخلفيتين لم يستطع توجيه العربة التوجيه الصحيح .

وفى سنة ١٨٨٧ أقيم فى باريس معرض ، ورأى رجل فرنسى – لا يعنينا اسمه – أن يعرض آلة من آلات ديملر التى كان قد رآها فى قارب ، ولكنه وجد أن القاعدة العامة هى ألا يعرض بالمعرض إلا ما يكون مسجلا فى فرنسا من مخترعات حديثة ، وما يكون قد صنع فى أرضها . وذهب الفرنسى إلى مصنع يصنع الآلات ، وأوضح له ما يطلبه ، وبعث المصنع برجل اسمه إميل ليڤاسور إلى ألمانيا ليحصل من ديملر على رسم لتصميم آلته ، وفى اللحظة التى رأى فيها ليڤاسور القارب أدرك أن ديملر قد حل مشكلة صنع السيارة ، أى « العربة التى لا تجرها الخيل » كما أسماها يوم ذاك .

فقد وضع ديملر الآلة فى وسط القارب ليجعله يتوازن ويبعث بالقوة للخلف إلى المروحة عن طريق الأسطوانة التى تدور بسرعة كبيرة ، فإذا ما وضعت الآلة فى مقدمة العربة التى لا تجرها الخيل ، فإن القوة تندفع للخلف عن طريق الأسطوانة بنفس الطريقة ، وبذلك يكون من السهل عمل ترس ( عشائق ) يدير كلتا العجلتين دورات متماثلة ، ويكون توجيه العربة مستطاعًا بوساطة العجلتين الأماميتين .

واشترى ليڤاسور من ديملر حق صنع هذه الآلة فى فرنسا تبعاً لتخطيطه هو ، وكانت هذه أول سيارة ، وهى تختلف اختلافًا واسع المدى عن السيارة الحديثة



واحدة من أولى السيارات التى صنعها ليفاسور

بسبب أنها صنعت كالعربة بعجلات كبيرة لها إطارات من الحديد ، وكان التوجيه يتم بوساطة قضيب يتحرك للأمام وللخلف ، والأغرب من هذا أنها كانت تثير ضجة عالية فى تأرجحها وسط طرقات باريس حيث جربها ليفاسور ، وكانت الطرقات إذ ذاك مرصوفة بالحصباء ، ولكنها مع هذا بدأت صفحة جديدة فى تاريخ النقل ، ويرجع فضل اختراعها فى الواقع لثلاثة من الناس هم : هوك ، ديملر ، ليفاسور .

وبينما كان ليفاسور يصنع أول سيارة ، كان شابان فى فجر العمر ، يقيمان فى دايتون من أعمال ولاية أوهيو بالولايات المتحدة الأمريكية، يشتغلان بصنع ما يمكن أن يخطر لهما صنعه من آلات فى ساعات فراغهما من العمل بحانوت الدراجات الذى يملكانه معاً .

ومع أن ويلبور وأورڤيل رايت كانا طالبين مجدين ، إلا أن أباهما بيشوب رايت لم يستطع أن يرسلهما إلى الجامعة ، وهكذا قرر الشابان اللذان شغفا بالآلات وصناعاتها أن يتوليا معًا إدارة حانوت للدراجات .

كان أورڤيل رايت أصغر الأخوين ، وعندما كان فى السابعة من عمره أعطاه أحد الناس لعبة على صورة الطائرة الهيليكوبتّر تطير لبضع أقدام فى الهواء عندما يدار زنبركها ، وقد سر أورڤيل بالآلة ،حتّى إنه أراد أن يصنع نماذج كثيرة منها ، ولكن الأهم أن أورڤيل فكر فى أنه لو صنع نموذجًا كبيراً لاستطاع أن يمتطى به الهواء ، و بدأ العمل ، ولكنه وجد أنه كلما كان النموذج الذى يصنعه كبيراً كان طيرانه فى الهواء أسوأ حالا .

ولم يفهم الصبى علة هذا ، ولكن تجاربه بالطائرات الهيليكوبتّر زادت من شغفه بالطيران ، وكانت « طائرة الورق » هى الشىء الوحيد الذى يقرب من الطيران لارتفاع كبير ، ولهذا فقد انصرف إلى صنعها وإصلاحها ، وبخاصة هذا النوع منها الذى يشبه الصندوق ، ولم يُعن أخوه ويلبور بهذا اللون من النشاط ، ولكن كلما احتاج أورڤيل إلى معاونة لبحث أى تفاصيل فى الصناعة كان ويلبور يسارع إلى معاونته .

على أنهما قبل أن يمر بهما وقت طويل فى حانوت الدراجات قرآ عن ألمانى اسمه « أوتو ليلينتال » قد صنع منزلقة ( طائرة بلامحرك ) على صورة ورقة النبات ، وأنه قد استخدمها ليندفع فى الهواء من أعلى التل ، وقرآ عن أنه قد طار فعلا وأنه قطع فى بعض محاولاته مئات من الأقدام ، ولقد استحثت هذه الأنباء الأخوين رايت ، وراحا يقرآن كل ما كتب عن تجارب ليلينتال ومحاولاته ، بل بدآ يصنعان نماذج لمنزلقاته لتطير فى الهواء فى طرف الخيوط المتصلة بطائرة الورق .

وقد خرجا من تجاربهما بعدة ملاحظات : أولاها ، أن هذه المنزلقة تذهب

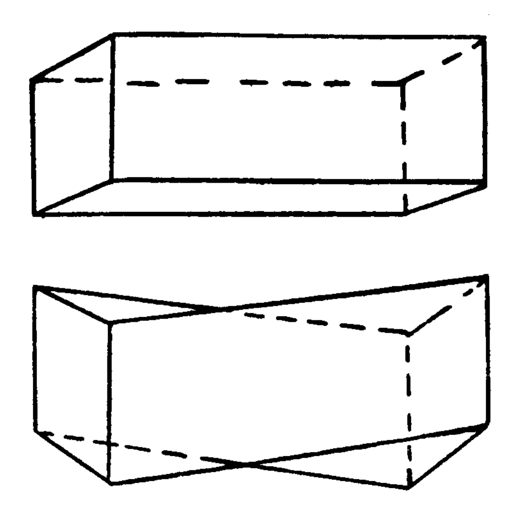
مع الرياح حيثما وجهتها ، وثانيتهما : أن المنزلقة تنقلب على أحد جانبيها وتسقط ، وقد بحثا هذا فعرفا أن ليلينتال قد حال دون السقوط بالتمايل بجسمه جيئة وذهاباً أسفل الأجنحة .

ومع أن هذه المنزلقة تبدو طريفة ، إلا أن الأخوين « رايت » قد عرفا وتيقنا أن الناس لن يتعلموا الطيران بهذه الوسيلة ، وأن الحل الوحيد – فى رأيهما – هو الوصول إلى طائرة بها محرك .

ولم يصل الأخوان إلى هذا الحل توًّا ، وبدلا من هذا تابعا تجاربهما بالمنزلقة التى كانت على صورة طائرة أورڤيل المصنوعة من الورق ، والتى تشبه الصندوق ، أكثر مما تشبه منزلقة ليلينتال التى على صورة ورقة الشجر ، وتدريجيًّا عرفا الكثير عن الطيران .

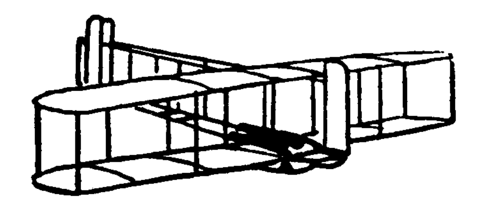
وخطوا بعد ذلك خطوة واسعة للأمام ، فقد حدث ذات يوم – وويلبور رايت يطوى بين يديه صندوقًا من الورق المقوى ( الكرتون ) – أن لاحظ فجأة أنه بالرغم من أن جانبى الصندوق بقيا فى اتجاهيهما الأصليين لأعلى ولأسفل فإن أطراف الجانبين العلوى والسفلى قد التوت فى اتجاهات مضادة ، وهنا خطر له أنه لو أمكن « لىّ » أطراف جناحى المنزلقة بنفس الصورة لكان الجناحان أقل تعرضًا للهواء ، بل حتى لو كان جزء كبير من أحدهما ضد الهواء فإن الجناح الثانى يكون أقل تعرضًا للهواء من الأول ، فإذا ما حدث أن انزلقت أو تعثرت المنزلقة فى اتجاه ما ، حال وضع الجناحين دون هذا التعثر ومنع انقلابها .

وكان للمنزلقة التى صنعها الأخوان رايت – وكل هذه الآراء فى تقديرهما – جناحان بينهما أكثر من رباط ووثاق ، وأمامها على دقل أوسارية ما يعاونها على الارتفاع لأعلى والهبوط لأسفل ،وفى مؤخرتها ذيل لتوجيهها من جانب إلى جانب ، وهكذا كانت فى جملتها عملاً غريبًا غير مألوف ، ولزيادة غرابة هذه الصورة ،



فإن الرجل الذى يطير بها يجب أن يرقد منبطحاً على بطنه ، على حين يقبض بيديه على الروافع ( العتلات ) التى تحرك الذيل وتثنى أطراف الجناحين ، وعندما صعد الأخوان رايت بمنزلقتهما إلى أعلى التل وتركاها تنزلق مع المنحدر لتندفع مع الهواء لأعلى، وجدا أنهما يستطيعان منعها من التمايل إلى أى من الجانبين ، بل إنهما يستطيعان توجيهها فى سهولة و يسر ، وكان هذا فى سنة ١٨٩٩ .

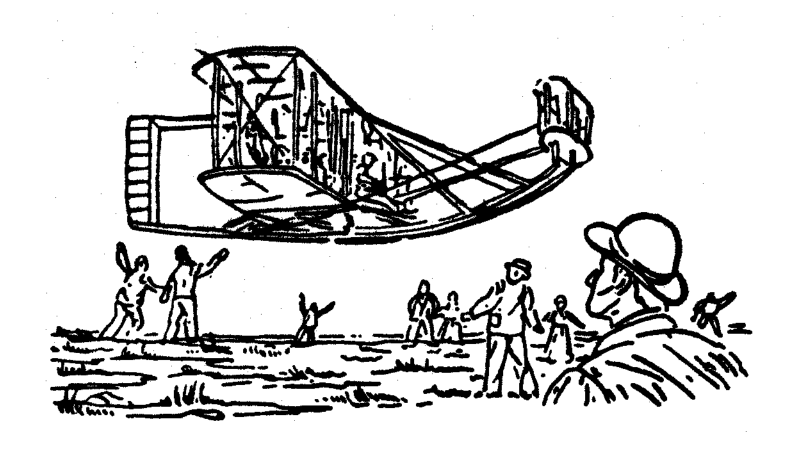
وفى أثناء هذه التجارب سمعا أن أوتو ليلينتال قد قتل عندما سقطت منزلقته على أحد جانبيها فى جو عاصف ، وقرر الأخوان أن يكونا أكثر حرصاً على سلامتهما ، وقضيا وقتاً طويلاً يتعلمان كيف يسيطران على طائرتهما فى الهواء قبل أن يضعا محركاً بها ، ومن ثم فقد ذهبا إلى « كيتى هوك » وهو مكان هادئ ملىء بكثبان الرمال بشمال كارولينا حيث تتوافر دائماً الرياح المعتدلة .



وحتى فى «كيتى هوك» لم يستطيعا الطيران كل يوم ، وفى سنة ١٩٠٣ — بعد أن قام الأخوان ببعض التعديلات فى طائرتهما ، وبعد أن عرفا كيف يثنيان جناحيها ، قررا تجربتها فى الهواء بوساطة محرك ، وفى ١٧ من ديسمبر سنة ١٩٠٣ درجت الطائرة على الأرض ومحركها يدور بقوة ، ولم تلبث أن صعدت إلى الجو وطارت لتسع وخمسين دقيقة دون مساعدة ما من الهواء .

وتحولت المنزلقة إلى طائرة ، ولكن متاعب الأخوين رايت لم تكن قد انتهت بعد ، فقد أنفقا كل ما يملكان من مال ، وما من سبيل لشريك يمدهما بالمال ؛ فالناس لا يعنون بالآلات التى تطير فى الهواء ، وحتى من يعنى بها ؛ فإنه لا يعتقد فى إمكان صنع طائرة لها قيمة عملية فى الميدان التجارى ، ولهذا عاد الأخوان إلى دايتون . . إلى حانوت الدراجات ليتابعا تجاربهما فى صبر .

وفى سنة ١٩٠٨ نجح أورڤيل رايت فى جعل الجيش الأمريكى يهتم بهذه الآلة الجديدة ، على حين ذهب أخوه ويلبور بنموذج للطائرة إلى فرنسا ، ويكاد يكون فى نفس اليوم الذى نجح فيه أورڤيل فى الطيران فوق « فورت مير »



« تمت أول تجربة للطيران بمحرك فى ديسمبر سنة ١٩٠٣ »

بولاية فرجينيا ، أن كسب ويلبور فى فرنسا جائزة كبيرة القيمة للطيران لمدة ست وخمسين دقيقة .

وفى ذلك الوقت قام آخرون بالطيران لمسافات قصيرة ، ولكن أحداً منهم لم يحقق نجاحاً كهذا الذى حققه الأخوان رايت ، ووصل الأخوان رايت إلى الشهرة ، فقد أصدر الكونجرس الأمريكى قراراً بمنحهما ميدالية ذهبية ،وكرمتهما أمم مختلفة بوسائل متباينة كثيرة ، وأسرعت حكومات من كل العالم بشراء طائرات رايت .

وفى سنة ١٩١٢ مات ويلبور رايت ، وبقى أخوه أورفيل — الذى اعتاد ، وهو فى فجر العمر ، إطارة الطائرات المصنوعة من الورق — بقى كبيراً لمهندسى شركته يتابع الاستحداث والتحسين فى الطائرة التى جعلت اسم « رايت » بين الأسماء ذات الشهرة فى العالم .

## ٣

# آلة حلج القطن والمحصدة « آلة الحصاد »

كان من الممكن أن يكون تاريخ الولايات المتحدة مختلف الطابع عن الصورة التى له اليوم لو لم يخترع أمريكيان منذ أكثر من قرن مضى آلتين جعلتا بعض أعمال الزراعة أيسر وأهون وأوفر كسباً .

ولقد بدأت قصة اختراع الآلة الأولى بميلاد « إيلى ويتنى » فى مزرعة ماساشوستس فى سنة ١٧٦٥ ، كان ويتنى وهو ما زال صبيًّا صغيراً، يهتم بالآلات والأدوات من كل نوع ، ولما لم تكن أسرته موفورة الرزق فقد اضطر منذ حداثته أن يعمل فى الحقل لساعات طوال . ومع هذا فقد استطاع أن يجد الوقت للدراسة ، وأن يدخر القليل مما يحصل عليه من أجر ، حتى وفق أخيراً للذهاب إلى الجامعة ، وهو يعرف أنه لا بد أن يتركها بعد عام واحد بعد أن ينفق القليل الذى ادخره ، ولكنه بقى حتى نهاية مرحلة الدراسة ، فقد كان فى الجامعة الكثير من الآلات التى تتطلب الإصلاح ، وانصرف إلى هذا بمهارة وصبر ، وهكذا كسب رزقه ونفقات تعليمه .

وفى أثناء سنته الدراسية الأخيرة بالجامعة ، حدثه صديق عن وظيفة لمدرس فى سافانا بجورجيا ، وعندما وصل ويتنى إلى سافانا بعد أن قطع رحلة طويلة كثيرة النفقات وجد الوظيفة قد شغلها غيره ، وكاد يعود أدراجه إلى ماساشوستس عندما قابل مسز جرين وهى أرملة تمتلك مزرعة كبيرة هناك .

وكان زوج مسز جرين أحد قادة چورچ واشنطون الذين وثق بهم أيام حرب

الاستقلال ، ولما كان قد لعب فى تلك الحرب دوراً هاماً بطرد الإنجليز من الولايات الجنوبية ، فإن ولاية چورچيا منحته هذه المزرعة التى أورثها لأرملته ، ولما كانت مسز جرين قد ولدت فى نيو إنجلند فإنها قد سرت عندما وجدت واحداً من موطنها الأول فى ماساشوستس ، ومن ثم فقد دعته إلى الإقامة بمزرعتها بعض الوقت قبل أن يعود أدراجه للشمال .

ومنذ وطئت قدماه مزرعة جرين ، أراد ويتنى أن يكون ذا نفع ، فقام بإصلاح « ممخضة اللبن » وغيرها من الآلات المكسورة . كما صنع كثيراً من الآلات الميكانيكية التى تستعمل فى المنزل . وخطر لمسز جرين أن ويتنى قد يعاونها على حل مشكلة أجهدت أصحاب المزارع ، فقد كانوا يريدون صنع آلة يمكن أن تنتزع البذور من اللوزة التى ينضج فيها القطن .

وكان لهذا أهميته ، لأن استيطان الجنوب يتوقف عليه إلى حد بعيد ، فعلى طول الساحل حيث تنخفض الأرض كان المستوطنون يزرعون الرز والنيلج ( النيلة ) وكانوا ينبتون بعض الحاصلات الزراعية وبخاصة القمح ، ولكن لم تكن تتوافر لهم الوسيلة لنقل القمح من الأراضى المرتفعة إلى الأسواق فى داخل البلاد ، حيث يمكن أن يكون كسبهم أوفر ، وبدا لأصحاب المزارع أنهم أحوج إلى محصول آخر أوفر كسباً ليعيش الناس فى رخاء ، وفى سنة ١٧٧٠ حاول بعضهم زراعة القطن ، وفى ذلك الوقت كان قطن العالم كله يجىء من مصر ومن الهند ، ولما كان الإنتاج قليلا كانت الملابس المصنوعة من القطن عزيزة المنال غالية الثمن ، وكان من الواضح أنه لو استطاعت التربة الأمريكية أن تسد حاجة البلاد من القطن لحقق هذا إنشاء صناعة جديدة يستطيع الآلاف من الناس أن يكسبوا منها رزقهم .

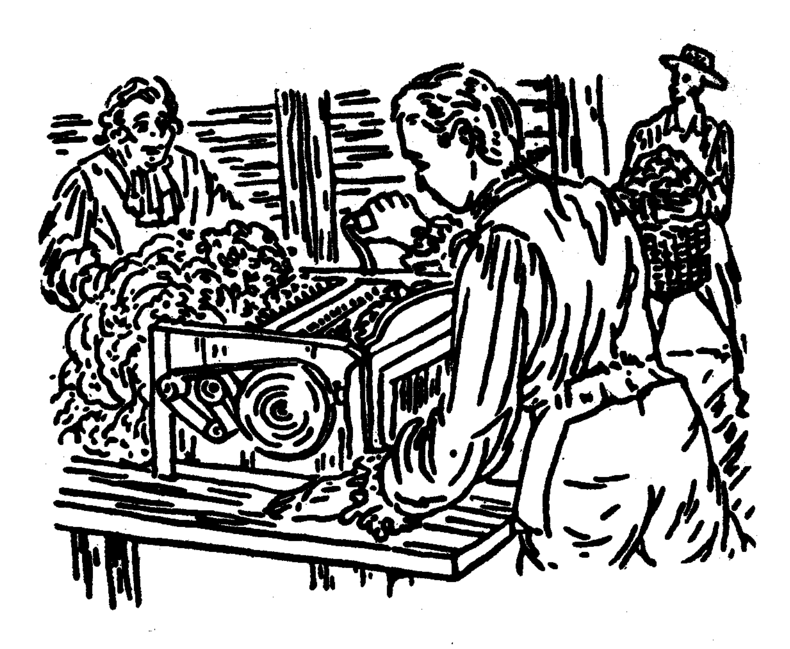
وزرع الناس القطن فى چورچيا وفى كارولينا الجنوبية ، ووجد الزراع

القطن ينمو فى أرضهم، بل هو يجيئهم بإنتاج يزيد على ماتنتجه أرض مصر أو الهند، وكان النجاح باعثاً للأمل، ولكن نشأت صعوبة جديدة، فقد كان القطن قصير التيلة مليئاً بالبذور، ومن ثم كان من الضرورى تمشيطه، ونزع هذه البذور قبل غزله إلى خيوط، ولكن هذا عمل بطىء، فالرجل المجد لايستطيع فى اليوم الكامل أن ينظف أكثر من رطل واحد، ومن ثم كان القطن الأمريكى أكثر نفقات من قطن مصر أو الهند، وبالتالى يكون ثمن البيع أعلى وأغلى.

وحدثت مسز جرين وصديق لها من أصحاب المزارع إيلى ويتنى بكل هذه الحقائق، وأوضحا له المشكلة التى يواجهانها هما وغيرهما ممن يملكون الأرض، وانصرف الرجل الذى أراد أن يعمل مدرساً، انصرف إلى حقول القطن يراقب المزارعين وهم ينظفون القطن مما علق به من بذور فى صبر، وأدرك أنهم يحتاجون إلى مشط يعمل باستقامة فى اتجاه واحد؛ بدلا من أن يتحرك جيئة وذهابا، وفكر أنه لكى يتم هذا يجب أن يكون المشط دائرياً، وأن يعمل بعتلة، بل وتكون الآلة أصلح لو كان لها مشطان يعملان معاً.

وعندما وصل ويتنى إلى هذه المرحلة من التصور بدأ يصنع نموذجاً للآلة التى يتخيلها، آلة عبارة عن أسطوانة من الخشب، بها صفوف من مسامير مؤبرة يفصل بين كل اثنين من المسامير مسافة نصف بوصة وتلف الأسطوانة بعتلة، وفى دورانها تمر مسامير الأسطوانة داخل مسامير مشط ثان ذى مسامير مؤبرة، ولكن الفواصل بينها أضيق، وبذلك تبقى بذور القطن، وتمر الألياف الدقيقة وحدها بين المسامير المؤبرة.

وصنع ويتنى النموذج الأول لآلته الجديدة، ولكنه عندما قام بتجربة عملية لها وجد الألياف تتعثر فى المسامير المؤبرة، وتعود من جديد إلى داخل الآلة، وهنا



أطلق إيلى ويتنى على الآلة اسم «آلة حلج القطن»

أضاف ويتنى إلى النموذج فرشاة ثبتها فى قاع الآلة لتنتزع الألياف من المسامير المؤبرة .

وأتم ويتنى صناعة آلته فى أقل من ثلاثة أسابيع ، وأطلق عليها اسم « آلة حلج القطن » ، ولأول تجربة عملية أمام جمع من المزارعين نظفت الآلة خمسين رطلا من القطن ، وكان النجاح باهراً . وعملت الآلة لبضعة أيام ، ثم سرقها مزارع مجهول فصنع ويتنى نموذجاً آخر بعث به إلى واشنطون ، فسجلوه باسمه ، ومنحوه إجازة بصنعه وبيعه للناس .

ولكن ويتنى لم يكن يملك مالا فشاركه فينيس ميللر أحد أصدقاء مسز جرين ، وبدأ الاثنان معاً يقيمان مصنعاً فى نيوهاڤن من أعمال كونيكتيكوت لصنع آلات حلج القطن .

ونجح الرجلان نجاحاً كبيراً ، ذلك لأن كل فرد كان يريد واحدة من هذه الآلات التي تعمل عمل خمسين رجلا ، ولكنهما واجها بعض المتاعب ؛ فقد كانت الآلة بسيطة ، يتيسر عملها لكل فرد أوتي نصيباً من المهارة ، وصنع كثيرون آلات مماثلة ، واضطر ويتني وميللر أن يذهبا إلى القضاء للدفاع عن حقوقهما ، ومع أن الرجلين قد كسبا كل القضايا ، إلا أن ويتني لم يلبث أن ضاق بهذه القضايا وبحضور جلسات المحاكم في أكثر من ولاية ، حتى إنه في سنة ١٧٩٨ ، أي بعد أربع سنوات من تسجيله لآلته ، نفض يديه من هذه الصناعة .

وكان ويتني حتى ذلك الوقت قد حصل على ثروة كبيرة ثمرة اختراعه ، فعندما أقام هو وميللر مصنعهما اتفقا على ألا يبيعا الآلات للمزارعين ، بل يؤجرانها لهم ، وأرادت حكومات الولايات الجنوبية أن يتملك المزارعون هذه الآلات فمنحت ويتني وميللر مبالغ ضخمة لينزلا للمزارعين عنها . وحصل الرجلان على الكثير ، فإن ولاية كارولينا الجنوبية وحدها منحتهما خمسين ألف دولار ، وهو مبلغ كبير جداً في ذلك الوقت .

* * *

على أن ويتني عندما نفض يديه من صناعة آلات حلج القطن ، لم يفقد اهتمامه بالآلات التي تصنع الأشياء بأحسن مما كانت أيدي العمال تصنعها ، وفي ذلك الوقت كانت الولايات المتحدة الأمريكية تبني أسطولها وتسلح سفنها ، وكانت تشتري ما تحتاج إليه من المدافع للسفن من إنجلترا ، وفكر ويتني أن هذه فرصة طيبة ليسهم في صناعة المدافع ، ومع معرفته بأن المدافع تصنع باليد ، إلا أنه كان يعرف أيضاً أن هناك آلات قليلة جداً يمكن أن تصنع المدافع بإحكام ، مثلها في هذا مثل العمل اليدوي الدقيق ، وهنا خطرت له فكرة ثانية ، فكرة يمكن أن تعتبر اختراعاً كبيراً ، وإن لم تكن بالاختراع الذي يمكن أن تنظره بعينيك أو أن تلمسه بيديك .

فإذا لم تكن هناك آلات كثيرة يمكن أن تصنع مدفعاً كاملا ؛ فهناك عدد كبير من الرجال المهرة يمكن أن يدربوا لصنع أجزاء من المدافع ، ودرب ويتنى عدداً كبيراً من الرجال ، كل جماعة تصنع قطعة واحدة من المدفع ، المرة بعد الأخرى ، ثم درب جماعات أخرى لربط هذه القطع معًا لتكوين المدافع ، فإذا ما انكسر أو تلف جزء ما من المدفع ، أمكن إحضار قطعة جديدة من المصنع توضع مكان القطعة المكسورة أو التالفة ، فيعود المدفع إلى صلاحيته الأولى للاستخدام ، وكان هذا تجديداً فى الصناعة ، وفى هذا الأسلوب تتم أكثر الصناعات اليوم فى هذا القرن الذى نعيش فيه ، ولكن يومذاك لم يكن الناس قد سمعوا بشيء كهذا ، ومن ثم تقاطر الناس يفدون من بلاد بعيدة لرؤية هذا المصنع العجيب .

على أنه إذا كانت آلة حلج القطن التى صنعها ويتنى قد غيرت وجه جنوب الولايات المتحدة ، فإن الاختراع الثانى قد غير وجه العالم كله ؛ ذلك لأنه عنى بأمر الحبوب التى تستهلك فى صنع الخبز — الغذاء الرئيسى الأكثر شعبية فى العالم كله — ، فإن حبوب الحنطة يسهل إنباتها ، ولكن كان من الصعب الحصول على الكمية الكافية منها لإمداد الناس بحاجتهم ، وكانت الصعوبة أن كل الحبوب تنضج فى الحقول فى وقت واحد ، سواء أكانت من القمح أم الشعير أم غيرهما ، فإذا ما نضجت بقيت لما يقرب من العشرة الأيام قبل أن تبدأ فى التساقط من سنابلها إلى الأرض ، وبذلك كان من الضرورى قطع كل الحبوب فى تلك الأيام العشرة ، ولكن الرجل المجد لا يقطع بمنجله إلا ما يقرب من زراعة الفدان الواحد ، ومعنى هذا أن كل رجل يعمل فى مزرعة تنبت الحبوب لا يستطيع أن يحصد أكثر من زراعة خمسة أفدنة ؛ ثم يضيع ما يبقى من محصوله ، فإذا ما اقتطع حاجته للغذاء لم يبق إلا القليل جداً للزراعة فى العام التالى ، وهكذا كانت الحبوب قليلة دائمًا وكان الكثيرون يواجهون الجوع والحرمان . وكانت هذه

هى المشكلة التى واجهها سيروس هـ . ماك كورميك كغيره ممن يمتلكون الأرض ، كان أبوه يمتلك أربع مزارع كبيرة فى فرچينيا مع مطحنين للغلال ؛ ومصنعين لنشر الأخشاب وحانوت للحدادة .

وكان سيروس ماك كورميك الشاب رجلا قويًّا طويل القامة يعنى كثيراً بكيفية صنع الأشياء ، وفى سن الخامسة عشرة عمد إلى استحداث بعض الآلات ، كما اخترع محراثًا جديداً ، ولكن أهم ما اجتذب اهتمامه آلة لحصد الحبوب صنعها أبوه ، والواقع أن الكثيرين غير أبيه قد حاولوا صنع آلات لحصد الحبوب ، وكان بعض أصحاب الأراضى يستخدمون آلة صنعت فى إنجلترا ، وكانت نتائج استخدامها طيبة ، كانت عبارة عن مجموعة من المقصات مثبتة فى صف إلى قضيب ، فتقرض المقصات عيدان القمح ويشمها القضيب فى تحركه جيئة وذهاباً ، ولكن الآلة كانت تحتاج إلى الإصلاح بين وقت وآخر ، فأسلحة المقصات تتكسر كثيراً عند اصطدامها بالأحجار ، ولكن كانت المشكلة الأكبر أن الآلة فى سيرها تترك الحبوب ملقاة على الأرض فتتكدس بعضها فوق بعض ، ومن ثم يضيع الكثير منها فى أرض الحقل لتلتقطه الطيور أو تطأه الماشية . ثم إن الآلة كانت بطيئة الحركة إذ تجرها الخيول .

وأراد ماك كورميك الوصول إلى شىء يمنع الأحجار من كسر الأطراف القاطعة ، وأن تتوافر لها وسيلة ما لجمع الحبوب ، ووصل إلى حل هذه المشكلة عندما وضع على الورق فى وضوح تام ما يحتاج إليه ، وكان بهذا يفعل ما يفعله كل المخترعين ، وبدأ يعمل لتنفيذ فكرته ، واستخدم حانوت الحدادة الذى تملكه الأسرة لصنع الأجزاء التى يحتاج إليها ، كان هذا سنة ١٨٣١ وهو فى الثانية والعشرين من عمره .

وكانت آلة الحصاد التى صنعها ماك كورميك أشبه بعربة ذات عجلتين ، مع قضيب ثبتت به سكاكين مشحوذة قاطعة تتجه لأسفل على مقربة من إحدى



« اخترع سيروس ماك كورميك آلة الحصاد سنة ١٨٣١ »

العجلتين ، وثبت على طول القضيب الأمامى عدد من الأصابع المعدنية، لها أطراف حادة ، وبها ثقوب أو شقوق على جانبيها ، فكانت هذه الأصابع المعدنية تحجز الأحجار بعيداً عن طريق الآلة ، ووضع على قضيب ثان عدة سكاكين مشحوذة مثلثة الشكل تنزلق جيئة وذهاباً داخل القضيب الأول فى أثناء سير العربة وكانت هذه السكاكين تحش سنابل الحبوب وتدفعها تجاه الأصابع ، ووضع ماك كورميك وراء السكاكين القاطعة قطعة من الخيش لتسقط فوقها الحبوب ، فإذا ما كثرت الحبوب على الخيش أوقف السائق العربة ، وحزم قطعة الخيش بربطها من أعلى ، على ما بها من حبوب .

وكانت هذه الآلة بسيطة جداً بالنسبة لآلة الحصاد التى تستخدم اليوم ، ولكنها مكنت كل فلاح من أن يقطع سنابل سبعة أفدنة فى اليوم الواحد بدلا من حصد أقل من فدان واحد على ما كان يحدث من قبل ، وتابع ماك كورميك تحسين آلته وإضافة أجزاء جديدة لها ، ولكنه كان فى الواقع يصنع آلة جديدة ،

جعلها تمكن الفلاح من حصد ستة عشر فداناً فى اليوم .

وقد حدث هذا فى الوقت الذى بدأ فيه الناس يستقرون فى السهول على كلا جانبي المسيسيبي ، وكانت الأرض صالحة لإنبات القمح ، فمكنت آلات الحصاد التى صنعها ماك كورميك من أن يجمع أى عدد قليل من الناس محصولا كبيراً من الحبوب ، وهكذا ظفرت الولايات المتحدة بثروة ضخمة من حقول القمح الواسعة ، بفضل آلات ماك كورميك .

وانتقل ماك كورميك بعد نجاحه إلى واشنطون ، فأقام بها مصنعاً لآلات الحصاد ، وكان مثله مثل إيلى ويتنى فى اضطراره لمقاضاة الناس الذين صنعوا لأنفسهم آلات على غرار آلته التى سجلها باسمه ، ولكنه لم يكن مجدوداً مثل ويتنى ، فلم يكسب كل قضاياه ، إلا أنه برغم هذا تابع اختراع أجزاء جديدة لآلاته ، وبذلك كانت أفضل مما يصنعه الآخرون ، ومن ثم كان يبيع آلات أكثر عاماً بعد عام .

٤

# استكمال السحر بالكلمات والأسلاك

عنى الناس فى منتصف القرن الثامن عشر الميلادى بالعلم وعجائبه ، ومن ثم كثرت المخترعات وتعددت المكتشفات العلمية . وكان بين الأشياء التى عرفتها مجتمعات كثيرة فى هذا العصر جهاز أطلق عليه اسم «جرة أو دن ليدن» * ، وكان عبارة عن دن من الزجاج يملأ جزء منه بالماء ، ويغطى من الخارج برقائق من القصدير أو من أى معدن آخر ، وكان ينفذ من سدادة الدن قضيب من المعدن ينتهى بعقدة ، فعندما يلمس أى فرد السطح الخارجى للدن ، ويلمس فى الوقت نفسه العقدة التى فى الطرف العلوى للقضيب ، تحدث شرارة ، فيحس بهزة ، أو رعشة كهربية ، ويسبب هذا تفريغ الشحنة الكهربية فى الدن الذى يعاد شحنه بإيصاله بآلة تولد الكهرباء ، ولم تكن دنان ليدن تستخدم لأكثر من إثارة دهشة الناس وتسليتهم ، ذلك لأن كمية الكهرباء التى كانوا يختزنونها فى الدن كانت صغيرة .

وكان رجل واحد قد اهتم بهذا الدن عندما رآه لأول مرة ، كان هذا الرجل هو الدكتور بنيامين فرانكلين ، من فيلادلفيا ، وبجانب عمله محرراً فى صحيفة ، وكاتباً للجمعية العامة ، فقد استحدث عدة مخترعات نافعة . وكان قد درس كل شىء عن العلوم فى ذلك الوقت . وكثيرون من المخترعين العظام كجاليليو جاليلى

---

* ليدن ، مدينة فى هولندة ، وقد أطلق اسمها على هذا الدن بسبب أنه اخترع فيها ، وجرة أو دن ليدن صنع من الزجاج ، وغطى من الداخل والخارج برقائق من القصدير ، وينفذ من سدادة الدن قضيب من المعدن يتصل بالقصدير الداخلى ، ويستخدم الدن كمكثف للكهربية الجوية السلبية .

« معجم ويبستر طبعة سنة ١٩٥٦ ص ٨٤٣ »

وچيمس واط قد اخترعوا أكثر من اختراع واحد ، ولكن فرانكلين بز هؤلاء جميعاً .

وكان أول ما فعله فرانكلين بالنسبة « لدن ليدن » أن عمد إلى تحسينه ، ولم يكن يعرف ما هى هذه الكهرباء ، ولكنه كان يعرف أنه من الممكن دفع هذه القوة فى سلك معدنى ، وهكذا خطر له أن الدن يمكن أن يكون أصلح عملا لو غلف من الداخل والخارج بالمعدن ، بدلا من أن يملأ جزء منه بالماء ، وقد صدق فى تقديره هذا .

وفكر فرانكلين بعد ذلك أنه إذا كان الزجاج المغلف بالمعدن من كلا جانبيه يحتفظ بشحنة كهربية ، فما من سبب خاص لأن يكون دنا كروياً ، ومن ثم فقد أخذ عدة ألواح كبيرة من الزجاج وغطاها من الجانبين بالمعدن ، ثم أوصلها بعضها ببعض بالأسلاك ، ومرر الكهرباء فيها ، ووجد أن تقديره هذا صحيح أيضاً ، ووجد أن ألواح الزجاج تحتفظ بالكهرباء أكثر مما يحتفظ بها « دن ليدن » ، وكان هذا أول اختراع للبطارية الكهربية .

وبدأ فرانكلين يعنى باستخدام الكهرباء ، واستخدم شرارة من دن ليدن لإطلاق مدفع ، ووجد أنه لو استخدم دنين ثقيلين جداً مع كمية من الكهرباء فإن الهزة تكفى لقتل حيوان صغير ، ولما كان فرانكلين رجلا حسن المعشر اجتماعى النزعة فإنه فكر فى استخدام هذه التجربة للترويح عن أصدقائه ، ودعا — قبيل عيد ميلاد سنة ١٧٥٠ بيومين اثنين — عدداً من أصدقائه للعشاء ، وفكر أن يقتل الديك الذى سيقدم للعشاء بهزة كهربية بوساطة دنين من دنان ليدن ، وانصرف للحديث مع صديق له ، وبشعور لا وعيى لمس الدن فكانت هزة كهربية أسقطته على الأرض ، وفى نفس الوقت حدثت فرقعة عالية وتولدت شرارة كبيرة .

وعندما أفاق فرانكلين من الهزة أدرك أن تجربته تشبه تماماً ما يحدثه البرق



« وأسقطت الهزة الكهربية بنيامين فرانكلين إلى الأرض »

ولكن على قياس صغير ، فإذا كان هذا صحيحاً فإن وضع سلك وضعاً عمودياً على السقف مع مده حتى يصل إلى الأرض، يجعل السلك يبدد الهزة الكهربية التى يسببها البرق ، ومن ثم فلا يصيب المنزل أى تلف .

وكتب فرانكلين خطابات للكثيرين من أصدقائه حاثاً إياهم على أن يفعلوا هذا ليجنبوا دورهم كهربية البرق ، وقام هو بهذه التجربة فى داره ، وكانت « مانعة الصواعق » ثانى اختراع كهربى لفرانكلين .

وهنا كان على ثقة بأنه وإن لم يعرف ما هى هذه الكهرباء ، فإنه ليعرف كيف تعمل ، وبدلا من أن تكون نوعاً من النيران كما يظن أغلب الناس فإنها أقرب شبهاً بالسائل ، فمن الممكن أن تجرى من شىء كدن ليدن فى سلك لتنتقل إلى شىء آخر ، واعتقد فرانكلين أيضاً أن البرق يجب أن يكون نوعاً من الكهرباء ولكن إلى هذا الحد كان الأمر مجرد فكرة لا وسيلة للانتفاع بها حتى يقوم دليل عليها يثبتها ويؤكدها .

وفكر فرانكلين فى وسيلة لإثبات نظريته ، فخرج فى أثناء عاصفة رعدية لإطارة طائرة من الورق بها سلك من الحديد لاجتذاب الصاعقة ( البرق ) ، ولما كان لا يريد عملية تفريغ كبيرة للشحنة الكهربية فإنه صنع خيط الطائرة من خيوط القنب ( الدوبار ) ، ذلك لأن الدوبارة تصلح لأن تشحن بالكهربا وإن لم يكن هذا يتم بحال جيدة ، ووضع فى نهاية الخيط الذى يربط الطائرة شريطاً من الحرير لا يمكن أن يشحن بالكهربا ، وربط بين الخيط وشريط الحرير مفتاحاً ، وعندما كانت الطائرة وسط العاصفة الرعدية لمس فرانكلين المفتاح فتمت الدائرة الكهربية من الطائرة إلى الأرض عن طريق جسمه ، وحدثت الشرارة ، ثم كانت هزة كهربية على مثال ما حدث له عندما لمس « دن ليدن » .

وأثبت هذا أن الكهربا تتماثل صورتها مهما كان مصدر الشحنة ، وأنها يمكن أن تنتقل من شىء إلى آخر على مثال ما قدر فرانكلين ، وعندما تم له تحقيق هذا بدا له أنه سيستطيع استحداث عدة مخترعات كهربية .

ولم يحاول بنيامين فرانكلين أن يجمع ثروة من اختراعاته ، كان يسره أن يحصل الناس على هذه المخترعات لزيادة الاستمتاع بالحياة ، وبعد سنوات عاون على كتابة الدستور الأمريكى ، وكان واحداً من أشهر مشاهير الرجال فى التاريخ الأمريكى ، وسيرد اسمه أكثر من مرة فى صفحات هذا الكتاب .

وفى السنوات التى تلت الاختراع الذى حققه بنيامين فرانكلين ، فكر كثيرون

فى استخدام الكهرباء لإرسال الرسائل، وصنعت عدة آلات لهذا الغرض فى بريطانيا وفرنسا وألمانيا ، وكانت تقوم فى الغالبية على أساس تحرك إبرة كمؤشر فوق قرص ، فتشير الإبرة إلى أحرف الهجاء الواحد إثر الآخر ، ولكن تشابهت كل هذه الآلات فى مشكلتين ، إذ كانت كلها بطيئة الحركة ، وكانت كلها كذلك لا تستطيع أن تلتقط أى رسالة إلا على مسافات قصيرة ؛ لأن التيار يتسرب من أجناب السلك ، ويكون عند الطرف النهائى ضعيفاً فلا يحرك الإبرة .

وفى سنة ١٨٣٢ تحدث رجل اسمه تشارلس چاكسون — كان يدرس الكهرباء بفرنسا — عن هذه الآلات لصديق له أثناء رحلتهما بحراً من أوربا إلى الولايات المتحدة ، وكان هذا الصديق هو صمويل ف . ب . مورس .

ولد صمويل فينلى بريز مورس فى شارلستون من أعمال مساشوستس ، ونما طويل القامة قوى البنية جميل الصورة ، وكان طالباً مجداً التحق بجامعة ييل وهو فى الرابعة عشرة من عمره ، حيث تلقى عدة دراسات علمية ، من بينها علم الكهرباء ، ولكن كان أهم ما يعنى به فن الرسم .

وعندما تخرج فى الجامعة بدأ يدرس الفن بإشراف رجل اسمه آلستون صحبه إلى لندن ، حيث درس فى رعاية بنيامين ويست الذى علم روبرت فولتون أيضاً ، فلما رجع إلى الولايات المتحدة افتتح مرسماً فى بوستون لرسم صور الأشخاص ، ونجح فى أعماله ، وفى سنة ١٨٢٣ انتقل إلى نيويورك حيث لقى نجاحاً كبيراً كرسام .

وفى السنوات الست التالية ادخر صمويل مورس كفايته من المال ليذهب بزوجه وأولاده إلى فرنسا فى رحلة لثلاث سنوات لاستكمال دراسة الفن ، وكان فى الحادية والأربعين عندما التقى بتشارلس چاكسون على السفينة فى أثناء عودته إلى نيويورك ، وقد أخبره جاكسون بما يعتقده فرانكلين من أن الكهرباء يمكن أن تجرى فى أى سلك مهما كان طوله ، والأهم من هذا أنه أخبره بأن الكهرباء

يمكن أن تنتقل بسرعة إلى حد أن هذه السرعة لا يمكن قياسها .

وقد قال مورس يوم ذاك: إنه ما دام من الممكن إيجاد الكهرباء فى أى مكان من سلك طويل فإنه يعتقد فى إمكان استخدام هذا لإرسال الرسائل ، ومن ثم فإنه بدأ توًّا يعمل لتحقيق ما يعتقده ، وبدا له أن كل الوسائل التى جربت حتى ذلك الوقت كانت تواجه مشكلتين : الأولى أنه من السهل حدوث خطأ فى عمل المؤشرات التى تتحرك على قرص مرقوم، والثانية أن تحريك هذه المؤشرات يتطلب كمية كبيرة من الكهرباء ، وهكذا بدأ – وهو لا يزال على ظهر السفينة فى عودته إلى وطنه – يعد أحرف هجاء مكونة من شرط ونقط يمكن أن تطبع أو تسمع على الزنانة ( جهاز كهربى له زنين ) نتيجة لفتح وإغلاق الدائرة الكهربية ، ولا تزال أحرف الهجاء الممثلة بشرط ونقط هى الوسيلة المستعملة فى نقل الرسائل البرقية إلى اليوم .

وقام ، وهو ما زال على ظهر السفينة أيضًا ، بوضع رسوم لنوعين من آلات البرق ، وعندما وصل إلى نيويورك كان قد كاد ينسى فن الرسم فى سبيل تحقيق هذه الفكرة التى خطرت له ، وترك له أخواه غرفة فى منزلهما ليعمل بها ، ولسنوات طويلة لم يفعل شيئًا غير تجاربه على البرق، ولا نعرف متى وصل إلى حل المشكلة الرئيسية التى أجهدت كل من سبقوه ، ولكن الذى نعرفه أنه فى تاريخ ما بين سنة ١٨٣٢ وسنة ١٨٣٧ خطرت له فكرة « مجدد التيار » ، وكانت فكرته عبارة عن وضع بطارية كهربية على الخط يمكن أن تضيف جديداً للتيار فى كل مرة تحدث فيها نبضة أو خفقة على السلك .

وقدم مورس طلبًا للحصول على تسجيل لآلته التى تبعث بالرسائل البرقية ، ثم شارك رجلا من رجال الكونجرس ، والتمس من المجلس مالا لإنشاء خط للبرق، وكان هذا الإنشاء ضروريًّا ، لأن إقامة الخطوط على مسافات طويلة عملية باهظة التكاليف مما لا طاقة لفرد بها ، فضلا عن أنه لو نجحت الفكرة فإن « البرق »



« بقى مورس يجرى تجاربه على الرسائل البرقية لسنوات طوال »

سيكون عملا نافعًا للولايات المتحدة ، ولكن مجلس الكونجرس لم يكن معنيًا بهذا ، فلم يوافق على منحه مالا ، ورحل مورس إلى أوربا فى سنة ١٨٣٨ ظانًا أنه ما دامت تجارب كثيرة قد أجريت فى أوربا فإن الفرصة ستكون أفضل ، ولكن رحلته لم تحقق نجاحًا ، فإن فرنسا كانت هى الدولة الوحيدة التى سجلت اختراعه ، ولكن هذا التسجيل لم يكسبه شيئًا ، لأن القانون كان ينص على أن الحكومة وحدها هى التى يمكن أن تملك خطوط البرق .

وعاد مورس إلى الولايات المتحدة بعد أحد عشر شهراً ، وقد فقد كل ما كان معه من مال ، بل فقد مهارته كرسام ، ولم يجد فى وطنه من يثق باختراعه ،

وفى السنوات الأربع التالية عمل فى تدريس فن الرسم إلا أنه لم يحصل إلا على ما يكفى قوته وقوت أسرته ، ثم جاءت الفرصة عندما أصدر مجلس الكونجرس أخيراً فى سنة ١٨٤٢ قانوناً بتخصيص مبلغ ثلاثين ألف دولار لإنشاء خط « للتلغراف ».

وحلت النقود نصف متاعبه فقط ، فإن التجارب التى تمت فى أوربا أجريت والأسلاك مغيبة فى باطن الأرض ، وقد نجحت فى المسافات القصيرة ، ولكن عندما حاول مورس أن يفعل هذا فى مسافة طويلة فشلت التجربة لأن الكهربا كانت تتسرب إلى الأرض .

واقترح ميكانيكى من نيويورك اسمه إزرا كورنيل أن توضع الأسلاك معلقة إلى قضبان خشبية ، ونجحت التجربة ، وفى يوم ٢٤ من مايو سنة ١٨٤٤ افتتح خط البرق الأول بين نيويورك وبلتيمور ، وأرسل مورس نفسه أول رسالة كانت كلها من أربع كلمات هى « هذا ما صنعه الله » ، ثم جاءت بعد هذا سلسلة من الرسائل من بلتيمور إلى نيويورك تحمل نتائج اجتماع سياسى عقد هناك .

ووضح أن تلغراف مورس أسرع وأكثر ثقة من أى تجربة سابقة ، وبدأت خطوط البرق تنشأ فى أمريكا وأوربا ، ونال مورس تقدير الحكومات الأجنبية .

ومع أنه حصل على الكثير من المال جزاء حقاً عن استخدام اختراعه ، إلا أن نجاحه جاءه بالمتاعب أيضاً ، فقد كان اختراعه سهل التقليد ، وراح كل فرد ينشئ نوعاً ما من وسائل إرسال الرسائل البرقية ، وبدأ مورس يقف فى دور القضاء للاحتفاظ بحقه حيناً ، ومدافعاً حيناً آخر عن نفسه فى قضية رفعها ضده شريكه عضو الكونجرس الذى لم يقم بعمل ما ( حتى فى أروقة المجلس للحصول على موافقة المجلس لتمويل المشروع ، وهذا هو الدافع الأول وراء اشتراكهما فى البداية ) ، واستمرت القضايا سنوات حتى أصدرت المحكمة العليا حكمها فيها جميعاً لصالح المخترع .

وابتاع مورس بعد ذلك منزلا جميلا يطل على خليج هدسون يفد الزوار إليه من كل مكان فى العالم ، ولكنه لم يكن قد انتهى من الاختراع والمخترعات ، ففى

رحلة أخرى إلى أوربا قابل أولئك الذين اخترعوا آلة التصوير ، وقد اهتم بها إذ رآها وسيلة جديدة لرسم الأشخاص ، وعندما عاد إلى الولايات المتحدة التقط بنفسه أولى الصور الفوتوغرافية التى صورت فى أمريكا .

وعاش مورس حتى نيف على الثمانين بعد أن أكمل مرحلة كبيرة من « الكابل البحرى » ليمكن إرسال الرسائل البرقية عبر المحيط .

وفى سنة ١٨٧٠ قبل أن يموت مورس بعام واحد زاره رجل فى فجر العمر ، طويل القامة نحيفها اسمه « ألكسندر جراهام بل » ، جاءه ليتحدث إليه عن الكهرباء ، وكان الرجل قد جاء من أسكتلندة إلى الولايات المتحدة للقيام بعمل للصم ، وكان أبوه قد اخترع آلة أطلق عليها اسم « الحديث المرئى » تمكن الصم من نطق كلمات لا يسمعونها ، وبدأ ألكسندر جراهام بل نفسه العمل كطالب أكثر من أن يكون مدرسًا لفن الإلقاء ، واهتم بالطريقة التى تصنع بها الأصوات داخل فم الإنسان ، واخترع طريقة لكتابة الأصوات ، فيستطيع من يراها على الورق أن ينطقها ، وخطر له وهو يفعل هذا أن الأصوات التى تسجل على الورق فى صف من العلامات لا تختلف كثيراً عن الشرط والنقط فى تلغراف مورس ، ومن ثم يمكن أن ترسل من مكان إلى آخر بالكهرباء ، ركان هذا هو سبب رحلته للقاء مورس .

وذهب ألكسندر جراهام بل، بعد زيارته لمورس، إلى بوستون ليدرب أولئك الذين يتولون تعليم الصم ؛ وفى أثناء هذا درس الكهرباء وعمل على إخراج آلة أطلق عليها اسم « المسجلة الصوتية » قصد بها تعليم الصم كيفية نطق الكلمات ، فعندما يتكلم الأصم فى بوق الآلة تسجل صوته فى خط مهتز متموج ، ثم ينطق نفس الكلمات شخص آخر نطقًا صحيحًا ، ومن ثم يستطيع الأصم بملاحظة الفرق بين الخطين المتموجين أن يتعرف خطأه .

ولم تحقق « المسجلة الصوتية » نجاحًا كبيراً ، ولكن ألكسندر جراهام بل

فى أثناء إجرائه التجارب على هذه الآلة وجد طريقة لتحويل الأصوات إلى خفقات ونبضات كهربية ، وقرأ عن تجارب كهذه قام بها منذ أكثر من عشر سنوات عالم ألمانى اسمه « فيليب ريس » .

كان ريس قد عرف أن الأصوات تجعل أى غشاء يتحرك جيئة وذهابًا ، أى أن يهتز ، وأن هذه الاهتزازات تفتح وتغلق دائرة كهربية ، وبذلك ترسل الأصوات الناطقة على طول أى سلك يمكن أن يمرر به تيار كهربى ، ولكن هذا لم يكن تحسينًا عميقًا فى تلغراف مورس ، لأن أحداً لم يكن يستطيع أن يفهم الأصوات فى الطرف الآخر من السلك ، ففى كل مرة تنقطع الدائرة يضيع جزء من الصوت .

وكان ما يحتاج إليه ألكسندر جراهام بل من « مسجلته الصوتية » أن نجعل كل صوت يمر بالسلك يبدو واضحًا تمامًا دون أن يُفقد منه شىء ما ، ولذلك فكر فى إبقاء الدائرة مفتوحة ، أى أن يجرى التيار الكهربى طوال الوقت فى السلك . ولكى يتم هذا بنجاح كان من الضرورى أن تتغير كمية الكهرباء التى تتحرك فى السلك ، يجب أن تتغير بتغير الصوت ، وهكذا فإنه إذا ما وجد غشاء فى الطرف الآخر من الخط اهتز بنفس الصورة ، أى حدثت ذات الاهتزازات التى تحدث فى الغشاء الذى تحدث قبالته الشخص الأول ، ومعنى هذا أن « غشاء » أذن الشخص الذى فى الطرف الآخر من الخط يسمع نفس الكلمات التى نطق بها المتكلم تجاه غشاء طرف الإرسال .

وعندما وصل جراهام بل إلى هذا أدرك أنه وصل إلى شىء أكبر قيمة من أن يستخدم فى تعليم الصم نطق الكلمات صحيحة وإخراج الألفاظ من مخارجها الأصلية ، كان قد وصل إلى اختراع جهاز يمكن الناس من أن يتحدث بعضهم إلى بعض على مسافات طويلة .

وبدأ تجربة ما وصل إليه ، ونجح فى صنع آلتين أو ثلاث آلات عملت كلها



« اخترع ألكسندر جراهام بل التليفون سنة ١٨٧٦ »

بنجاح ، وذات يوم قال فى بوق الآلة التى فى غرفته : « احضر إلى هنا » لم يكن يكلم أحداً ، بل كانت مجرد كلمات للتجربة ، وفى اللحظة التالية رأى مساعده يدخل الغرفة ، مع أنه كان يجلس فى غرفة بعيدة فى طرف المنزل فسمع صوت رئيسه فى الآلة التى عنده يأمره بالذهاب إليه فذهب ، وكان ألكسندر جراهام بل بهذا قد اخترع التليفون .

كان هذا فى سنة ١٨٧٦ ، ولم يحدث فى تاريخ المخترعات العظيمة ما حدث لتليفون جراهام بل، فقد سارع الناس إلى طلب الانتفاع به ، وفى سنوات قليلة كان التليفون مستعملاً فى كل بلاد العالم ، وحقق ألكسندر جراهام بل نجاحاً كبيراً .

وفى الوقت نفسه تذكر جراهام بل الحلم الذى جاء به إلى الولايات المتحدة ، فاستخدم جل ما ربح من اختراعه فى معاونة الصم ، وعندما منحته حكومة

الولايات المتحدة جائزة مالية كبيرة من أجل اختراعه أنفق المبلغ كله فى إنشاء معمل لمعاونة الصم .

ووجد جراهام بل وقتًا ليخترع أشياء أخرى ، فاشترى أرضًا واسعة فى نوفاسكوتيا تابع فيها تجاربه فى تربية الأغنام .

وبعد سنوات عنى بالطائرات ، وأوجد مؤسسة نظمت أولى الرحلات بوساطة الجو . وبعد ذلك اخترع وسيلة لإبقاء الطائرة معتدلة فى الجو ، كما أنشأ قاربًا فى شكل لفافة التبغ له محركات تمكن من أن يسير القارب بسرعة كبيرة جداً .

وجاء الاختراع التالى فى ميدان نقل المعلومات من مكان إلى آخر ، فى الوقت الذى كان فيه جراهام بل يجرى تجاربه التى أدت به إلى صنع التليفون ، جاء نتيجة لجهود إيطالى صغير مستدير الرأس كبير الأذنين اسمه جولييلمو ماركونى ، وكان أبوه واسع الثراء فاختار له أفضل المدرسين يعلمونه بمنزله ، وسمح له أن يتعلم ما يحلو له . وتخير جولييلمو دراسة الكهرباء ، وهكذا وهو فى فجر حياته بينما كان لداته ما زالوا يطلبون العلم فى المعاهد العالية ، كان هو يكتب للعلماء فى كل بلاد أوربا عن الكهربا ويقرأ التقارير عن تجاربهم .

وقرأ فيما قرأ عن تجارب قام بها عالم ألمانى اسمه هاينريش هيرتز ، كان هيرتز أستاذاً بالجامعة ويحب التحدث والتفكير فى الدراسات العلمية ، ولكنه لم يكن يعنى بوضع نظرياته التى يستنبطها موضع الاختبار والاستخدام ، وذات يوم اختلف وغيره من العلماء فى الجامعة ، كانوا يقولون : إنه وإن كان من الممكن بالرياضيات إثبات أن الموجات الكهربية تسير عبر الهواء إلا أن أحداً فى الواقع لا يمكنه أن يوجد هذه الموجات . وقد ضاق هيرتز بهذا ، ومن ثم بدأ يبحث

المشكلة ، واستطاع بعد تجارب فى سنوات أن يثبت إمكان إيجاد هذه الموجات .

وقد حقق هذا بجعله شرارة كهربية تثب فوق فجوة ، واتضح هذا عندما انتقل التيار إلى سلك موضوع على مسافة من الشرارة ، ثم نفض هيرتز يديه من هذه التجربة ولم يعد يهتم بما حقق ، وفكر جولييلمو ماركونى ، كما فكر الكثيرون : لو أن هذه الشرارة أطلقت وأمكن أن تعطى موجات كهربية ، فإنها يمكن أن تعطى تياراً كهربيـًّا على مسافة ، ومن ثم يمكن استخدامها فى إرسال الرسائل ، ولكن كانت المشكلة أن هؤلاء الناس عندما جربوا هذه النظرية كان التيار الكهربى الذى تولد فى الطرف المقابل للشرارة ضعيفـًا لا يمكن الانتفاع به .

وحاول ماركونى التغلب على هذه الصعوبة وحل هذه المشكلة ، وقلب كل الصفحات التى كتبت عن الكهرباء ، وأخيراً وصل إلى شىء ظنه ذا نفع ، فقد عرف أن باحثـًا إنجليزيـًّا اسمه د . إ . هيوز ، وجد أنه عندما تطلق شرارة كهربية فى جوار أنبوبة مليئة ببرادة الحديد ، فإن هذه البرادة تجعل كمية كبيرة من الكهرباء تجرى وسطها ، وهيوز كهيرتز لم يحاول أن ينتفع بما حققه ، إذ كان هذا فى رأيه مجرد حقيقة علمية أثبتها ، حقيقة من الحقائق التى يخرج بها الباحثون عندما ينظرون ماذا يحدث عند إجراء تجربة معينة ، ولم يقدّر هيوز فى البداية أن هذا يستحق التسجيل .

وصنع ماركونى أنبوبة ملأها ببرادة الحديد ، ومرر تياراً كهربيـًّا وسطها ، ثم أطلق فى جوارها شرارة كهربية لزيادة كمية التيار الذى يمر ببرادة الحديد ، ولا قيمة لقلة نسبة الزيادة ، فقد كان كل ما يعنيه أنه تولد فعلا مزيد من التيار أكثر من ذى قبل ، ووجد أنه يمكن استخدام هذه الزيادة فى مفتاح أو فى زنانة « الجهاز الكهربى ذى الزنين » .

وهكذا بدأ جولييلمو ماركونى سنة ١٨٩٥ — وهو بعد فى الحادية والعشرين من عمره — يقوم بتجربة نظريته هذه فى الأرض التى يملكها أبوه فى شمال إيطاليا ،



« فى سنة ١٨٩٥ قام ماركونى بأول تجربة على اللاسلكى »

وأنشأ دائرة إرسال كهربية مع مفتاح يمكن من فتح و إغلاق الدائرة ، فإذاماأغلقت الدائرة وثبت شرارة كهربية تمر بصف من الكرات المعدنية ، ولما كان يضع فى الطرف الآخر أنبوبة مليئة ببرادة الحديد ، فإن التيار الذى يجرى فيها مكّن من توجيه الزنين فى الزنانة .

ونجح ماركونى فى تجربته بإرسال رسالة لمسافة أكثر من ميل ، وكان معنى هذا أنه لو عنى بالتفاصيل لكان النجاح أكبر ، وانصرف ماركونى للعمل ، وفى البداية غبر برادة الحديد فى الأنبوبة أو المكثف بمخلوط من النيكل والفضة يمكن أن ينقل كمية من الكهرباء تزيد على ما ينقله الحديد ، ثم أرسل دائرة الإرسال هذه بلوح من المعدن واراهالتراب (غيبه فى باطن التراب )، وأخيراً وضع الأسلاك على أبراج عالية لتتخلص من كل ما قد يكون فى طريقها من عوائق، واقتضى هذا عملا متواصلا لسنتين ليصل إلى تحقيق كل معدات جهازه وليسجل ما حققه ، وبعد أقل من سنة من حصول ماركونى على الترخيص ، كان يتحدث إلى سفن الأسطول الإيطالى ، وهى على مسافة اثنى عشر ميلاً فى البحر .

والواقع أننا عندما نقارن بين ماركونى وبين الكثيرين من المخترعين غيره ، نجد أنه كان فى نعمة من الحياة ، وبعد عن الفاقة ، وكان يعمل فى وقت من السهل أن يجد استجابة من الناس لما يفعل ، ولكن الواقع أنه تابع العمل فى صبر مضيفاً اختراعات جديدة إلى اختراعه الأصلى للإرسال اللاسلكى .

وفى سنة ١٩١٠ وجد كيف يمكن توجيه شعاع لاسلكى لاتجاه واحد فقط وفى أثناء الحرب العالمية الأولى عمل للأسطول والجيش الإيطاليين ، واكتشف كيف يمكن أن يرسل الرسائل لمسافات طويلة جداً، وقد منحته عدة حكومات أوسمة تقديراً منها لجهوده ، واعتبر جوليلمو ماركونى واحداً من أعظم العلماء فى العالم كله .

على أن التطور فى وسائل إرسال الرسائل بالبرق وبالراديو كان أسرع بكثير

من التطور الذى أصاب الكتابة والطباعة ، فلقد مر وقت طويل بعد أن فكر جوتنبرج قبل أى فرد آخر فى شىء يمكن أن يساعد الناس على عرض الكلمة المكتوبة بطريقة أحسن ، ولكن كالكثير من المخترعات الأخرى كان من الضرورى اكتشاف شىء آخر قبل أن تتحقق رغبة جوتنبرج .

والواقع أن الناس منذ اخترع چيمس واط الآلة البخارية ، ومنذ صنع إيلى ويتنى آلة حلج القطن ، راحوا يحاولون الوصول إلى الآلات التى يمكن أن تصنع ما اعتادوا صنعه بأيديهم . ولكن لم يكن هذا دائماً سهلاً ميسوراً ، وكان من بين الأشياء التى حاول الكثير من المخترعين تحقيقها إيجاد طريقة لكتابة الرسائل بالآلة بدلا من اليد ، وقد سجلت بعد سنة ١٨٠٠ عدة نماذج لآلات قيل : إنها يمكن أن تفعل هذا ، ولكنها كانت كلها بطيئة الحركة فلم تحقق نجاحاً ، على أن الرجل الذى صنع أول آلة كاتبة عملية هوكريستوفر لاثام شولز ، محرر صحيفة فى ميلووكى من أعمال ويسكونسين ، يحب لعب الشطرنج ، ويقرأ الشعر ولا يهتم كثيراً بالنقود ، ومن ثم فإنه كان دائماً فى حاجة ، وكانت بين هواياته الأخرى إصلاح الآلات وتحسين الطرق الآلية لعمل الأشياء ،ووصل إلى وسيلة لتصل الصحف للمشتركين بكتابة أسمائهم وحدها على هوامش الصحف .

وفى سنة ١٨٦٠ كان كريستوفر شولز يرأس تحرير سينتينل ( الحارس ) فى ميلووكى ، ووقف الرجل وصحيفته إلى جانب أبراهام لينكولن فى المعركة الانتخابية للرياسة ، فلما أن كسب لينكولن المعركة كافأ كريستوفر شولز بأن عينه محصلا للرسوم الجمركية فى الميناء ، وحصل شولز من عمله على كفايته للعيش ، وكان العمل سهلاً هيناً يترك له وقتاً طويلاً لمتابعة غرامه بالآلات والاستحداث فيها ، والناحية البارزة أن شولز بحكم عمله أصلا فى تحرير الصحف كانت أكثر مخترعاته ذات صلة بالطباعة .



« آلة كريستوفر شولز الكاتبة كما بدت عند استخدامها »

وفى سنة ١٨٦٤ صنع شولز وصديق له آلة ترقم صفحات الكتب ، وصنع نموذجاً لها فى مصنع صغير للآلات ، وحدث صاحب المصنع شولز وهما يناقشان أحدث الصناعات عن آلة للكتابة ذات أسطوانة وبها أصابع فى أطرافها أحرف الهجاء . وللآلة زر تدور الأسطوانة عند ضغطه وتسقط مطرقة صغيرة على الورق بالحرف المطلوب كتابته . ولم يكن فى هذه الآلة جديد ، فقد كانت كل الآلات الكاتبة حتى ذلك الوقت على منوال هذه الطريقة .

وأدرك شولز أهمية ونفع مثل هذه الآلة الكاتبة ، ولكنه فكر أن الوسيلة المستخدمة وسيلة رديئة ، وهكذا انصرف محاولا الوصول إلى طريقة أحسن .

كان يريد الوصول إلى صنع آلة قليلة الأجزاء ما أمكن ، على أن تعمل بسرعة

وفى يسر ، وقضى ثلاث سنوات يجرب مختلف الآراء التى خطرت له ، وذات يوم عندما كان يزور صديقاً له يعمل فى مكتب للتلغراف رأى مفتاح الإرسال الذى يضغط للخلف لتغلق ذراعه العلوية الدائرة الكهربية ، وأوحى إليه هذا بالفكرة التى يبحث عنها ، فلو كانت هناك مفصلة فى المفتاح مع ذراع علوية تحمل حرفاً من أحرف الهجاء فإن هذه الذراع عند ضغط المفتاح تصطدم بالورق فى رفق ، ومن ثم تطبع الحرف الذى يعلوها ، فإذا كان هناك عدد من المفاتيح كلٌ لحرف خاص من أحرف الهجاء أمكن الاستغناء عن الأسطوانة التى تدور ، وصنع شولز نموذجاً لفكرته مع حرف واحد هو حرف ( الواو) « W » وحققت الآلة نجاحاً كبيراً .

وبعد سنة ، أى فى سنة ١٨٦٨ ، حصل شولز على ترخيص بتسجيل اختراعه لآلة كاتبة بها كل أحرف الهجاء ، ولكنه كان يحتاج إلى المال حاجةً ملحة ، حتى إنه باع كل حقوقه فى اختراعه لشركة رمنجتون التى كانت حتى ذلك الوقت لا تصنع شيئاً آخر غير المدافع .

وعندما بلغ شولز من الكبر عتياً ، قال إنه قضى عمره للفكاك من الثروة ، ويظن أنه نجح فيما ابتغاه .

وفى الوقت الذى خرجت فيه آلة شولز الكاتبة إلى السوق ، جاء نموذج آخر للآلة الكاتبة من صنع ميكانيكى ماهر من بلتيمور اسمه أوتمار ميرجينثلر ، كان قد جاء من ألمانيا حيث يعمل كل أفراد أسرته فى التدريس ، وكان من المظنون أن يكون أوتمار أيضاً مدرساً ، ولكن عندما بلغ الرابعة عشرة أراد أن يكون صانعاً من صناع الآلات ، ولهذا بعث به أبواه للتدريب عند صانع ساعات ، وقد أبدى أوتمار مهارة فى عمله ، حتى إن أحد أصدقاء الأسرة ممن يعملون فى واشنطون طلب منه أن يذهب إلى هناك ليحقق ثمرة مهارته ، فذهب .

ووجد أوتمار المصنع خاصاً بصنع الآلات العلمية ، ومع أنه لم يشوّقه

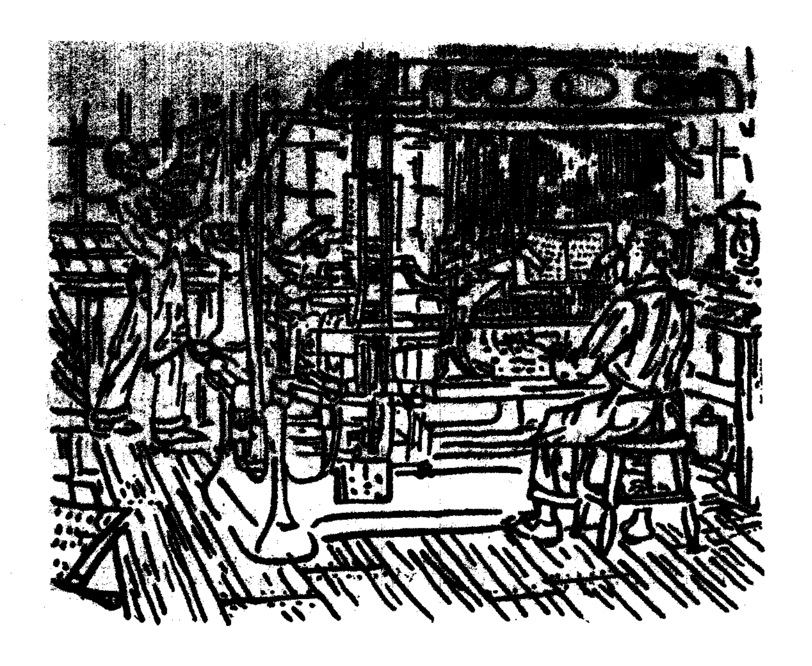
العمل فى البداية ، إلا أنه كبت رغبته الخاصة وراء مهارته فى صناعته ، وكان الكثيرون من المخترعين يذهبون إلى واشنطون لتسجيل مخترعاتهم ، ولما كان من الضرورى أن يقدم المخترع نموذجاً مصغراً مع أوراقه ؛ فقد كان الميكانيكى الألمانى الشاب هو الذى يصنع هذه النماذج ، ومن ثم فإنه لم يتعرف إلى المخترعين فحسب ، بل عرف الكثير عن الآلات والمحركات بالتبعية .

وفى سنة ١٨٧٦ انتقل الرجل الذى يعمل عنده أوتمار إلى بلتيمور ، وصحبه أوتمار إليها ، وهناك جاءه رجل بنموذج جديد لآلة كاتبة ، ولكن الآلة لم تكن تعمل فى يسر ، وطلب المخترع من أوتمار أن يصلحها له .

وعمل أوتمار بعض الوقت محاولا هذا ، بل إنه قام بتغيير كبير فى بعض أجزاء الآلة ، ولكنها مع هذا بقيت أقل جودة من الآلة التى صنعها شولز ، ولكنها أعطت أوتمار الفكرة التى حلت مشكلة أقلقت رجال الطباعة منذ أيام جوتنبرج .

كانت عملية جمع حروف الطباعة تسير فى تنظيم رتيب ، يلتقط العامل الحروف الواحد إثر الآخر ثم يصفها إلى جانب بعضها بعضاً لإعداد الصفحات ، فإذا ما انتهت عملية الطباعة وجب أن يعيد العامل الحروف إلى أماكنها من الصندوق ، عملية رتيبة ، ولكنها مجهدة تقتضى وقتاً طويلا ، وفكر أوتمار أنه يمكن أن تكون هناك وسيلة أخرى بضغط مفتاح فى آلة فيسقط الحرف الصحيح من صندوق ، وكانت هذه الفكرة بسيطة ، ومن ثم فإن كثيرين غيره قد خطرت لهم ، بل قد صنعت آلة أو أكثر طبقاً لهذه الفكرة ، ولكن لسببين اثنين لم تكن واحدة منها صالحة للعمل صلاحية تامة .

فقد بقيت مشكلة إعادة الحروف من جديد إلى مكانها فى الصندوق ، وكان من الضرورى كذلك أن يتولى العامل بنفسه ملاحظة السعة أو عرض السطر لتتساوى السطور كلها فى الصفحة الواحدة ، بل فى كل صفحات الكتاب . وهكذا



« آلة اللينوتايب اختراع ميرجينثلر »

بقيت مشكلة العمل اليدوى بغير حل .

وخطرت لميرجينثلر فكرة العمل لجعل كلمات كل سطر تصف فى كتلة واحدة صلبة دون حاجة إلى إعادتها لصندوق الحروف ، على أن يصنع غيرها تبعًا لاحتياجات الصندوق ، ومع أن ميرجينثلر كان ميكانيكيًّا ماهراً فإن هذا قد اقتضى منه سبع سنوات طوال حتّى وصل إلى تصميم أجزاء وتفاصيل الآلة التى تحقق فكرته .

وحل ميرجينثلر مشكلة المسافات والسعة بجعل الحروف تتماسك دائماً بالسعة المطلوبة ، وأوجد الفواصل التى تحتاج إليها عملية صف الحروف بالحجم المناسب المتناسق مع الحروف ، وعندما انتهى من هذا كان قد اخترع آلة اللينوتايب التى تتم بها أغلب عمليات الطباعة اليوم .

# مخترعات للمنزل

لو أنك قارنت منزلك الذى تعيش فيه اليوم بمنزل آخر منذ مائة عام لاستطعت أن تدرك ما فعله المخترعون ليجعلوا الحياة أيسر وأجمل وأبعث على السرور ، ولقد كان اختراعان من المخترعات الخاصة بالمنزل من عمل رجلين لا نعرف عنهما إلا القليل ، وأول هذين الرجلين كان « بارتو لوميو كريستوفورى » وقد عاش فى بادوا بشمال إيطاليا ولعل ما عرف عنه من التفصيلات أنه صنع الآلة الموسيقية التى يقال لها : « المعزف » .

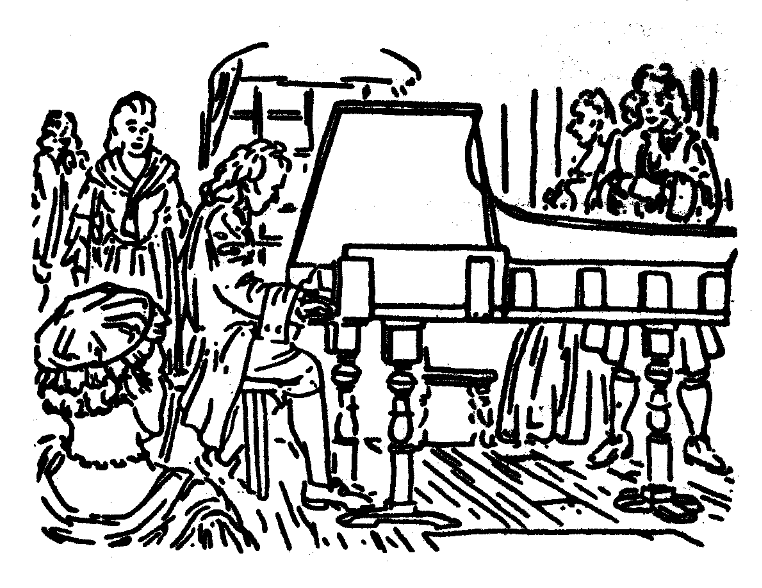
وفى ذلك الوقت – حوالى سنة ١٧٠٠ – كانت إيطاليا تنقسم إلى عدد كبير من الولايات الصغيرة يحكمها أمراء ، وكان الأمير فرديناند حاكم فلورنسا يغرم بالموسيقى ، وكانت لديه مجموعة من الآلات الموسيقية لم يكن بينها المعزف فحسب ، بل « الدلسيمير »* أيضاً ، ولما كان فى حاجة لمن يبقى آلاته الموسيقية فى حال جيدة دائماً فقد استدعى بارتو لوميو كريستوفورى وولاه عملا فى البلاط .

والمعزف آلة لها أصابع كأصابع البيان ، وعندما تدق أصابع المعزف فإنها تدق على أوثار وبذلك تحدث أصواتاً . وكان للمعزف نغمة حلوة رخيمة ، ولكن لم يكن ليمكن اللعب عليه بسرعة ، ولم يكن كذلك عالى الصوت ، أما «الدلسيمير» فكان كصندوق تمتد عبره أوتار ، يضعه العازف على مقدم فخذيه ، ويطرق أوتاره بمطرقتين تعلوهما وسادات من حشو ، ويمكن اللعب على « الدلسيمير »

---

* الدلسيمير Dulcimets آلة على شكل شبه منحرف ، لها أوتار من المعدن يعلقها العازف فى عنقه ، ويضرب الأوتار المعدنية بمطرقتين صغيرتين من الخشب .

« معجم ويبستر طبعة سنة ١٩٥٦ »



« سمى كريستوفورى اختراعه البيانو »

بسرعة ، كما أن الآلة تبعث أصواتاً كثيرة ، ولهذا فمن الضرورى أن يكون عازف « الدلسيمير » على قدر كبير من المهارة ليتجنب أن تبعث الآلة بأكثر من صوتين مختلفين فى وقت واحد .

وفى أثناء عمل بارتو لوميو كريستوفورى عند الأمير جاءته فكرة تعديل « الدلسيمير » على أن يعزف بوساطة أصابع كأصابع المعزف ، فإنه بهذا يحصل على آلة أفضل من الآلتين الأخريين ، ولم يكن من الصعب أن يفكر فى وضع مطرقة وإصبع لكل وتر ، ولكن كانت الصعوبة من نوع آخر ، فإن المطرقة عندما تصدم بالأوتار ، فإنها تظل ساقطة عليها دون أن ترتد لمكانها الأول ، وبذلك لا تهتز الأوتار .

ولا بد أن يكون كريستوفورى قد عمل بعض الوقت لحل هذه المشكلة ، ولكنه أخيراً استطاع أن يجعل هذه المطارق تعود لأوضاعها الأولى ، وبذلك ضمن اهتزاز الأوتار وانبعاث الأصوات الموسيقية ، وكانت هناك أشياء أخرى كثيرة

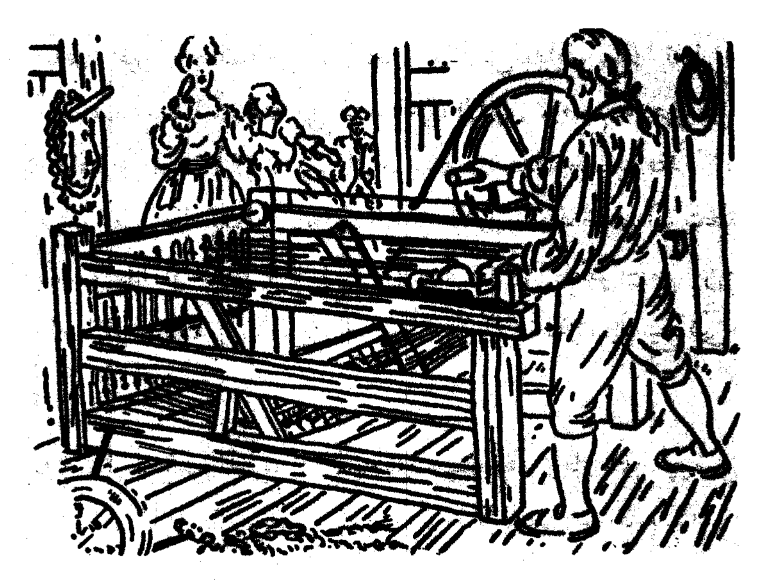
تتطلب المهارة ، حتى انتهى كريستوفورى إلى « البيانو » الآلة التى أطلق عليها اسم « بيانو فورت » وقد اصطنع كريستوفورى هذه الكلمة من كلمتين ، إيطاليتين تعنيان « خفيض ومرتفع » .

وعندما تم هذا كان كريستوفورى قد اخترع أفيد آلة موسيقية فى التاريخ ، ولكن كانت « للبيانو » قصةٌ غريبة ؛ فإنه لم يستهو الناس فى إيطاليا ، وهكذا كان ما صنعه كريستوفورى منها لأول اختراعه لهـــا ، قد ضم إلى الآلات الموسيقية التى عند هواة جمع الآثار والتحف ، أو ترك حتى يكسر إلى قطع ، وكان من الممكن أن يغيب هذا الاختراع عن أعين الناس وآذانهم لولا أن سمع به شاعر فى بلاط ملك ساكسونيا ، فقد قرأ الرجل بحثًا عن « بيانو » كريستوفورى ، وعنى بالأمر ، حتى إنه نقل البحث إلى اللغة الألمانية .

وفى ذلك الوقت كانت الآلات الموسيقية التى لدى ملك ساكسونيا يعنى بها رجل اسمه « جوتفريد سيلبرمان » ، وعندما قرأ ما نقل بالألمانية عن « بيانو » كريستوفورى اهتم به ، وصنع عدداً من هذه « البيانوات » ، وقد أعجب بها الموسيقيون الألمان حتى إنه قبل أن يمر وقت طويل كان كل فرد يلعب « البيانو » ويعزف عليها ، ولكن كان بارتو لوميو كريستوفورى قد مات قبل أن يرقب هذا النجاح الكبير الذى حققه اختراعه .

وتبدأ قصة چيمس هارجريڤس كقصة كريستوفورى ، فلا يعرف أحد متى ولد ولا أين تعلم ، ولا هو قد ذهب فى حياته إلى معهد ما ، وأول ما سمعه الناس عنه أنه كان نجاراً وعمل فى صناعة النسيج نساجًا فى بلاكبورن من أعمال شمال إنجلترا سنة ١٧٦٠ ، واستأجره رجل ثرى ليصنع له آلة تمشط خيوط الصوف .

وفى ذلك الوقت كان كل الناس يفتلون الخيوط مستخدمين دولاب الغزل ، ويمكن أن تكون قد رأيت صورة لهذه الآلة البدائية ، وحدث ذات يوم فى منزل



« أول مغزل صنع حوالى سنة ١٧٦٤ »

چيمس هارجريڤس أن سقط دولاب الغزل فى أثناء العمل ، وسقط فى وضع جانبي وبقيت العجلة والمغزل الذى كانت قد فتلت حوله بضعة خيوط ، بقيا يدوران ، وكانت نتيجة هذا أنه عندما أعيد دولاب الغزل لوضعه الأول كانت العجلة فى وضع رأسى بالنسبة للمغزل .

وهنا خطر لهارجريڤس أنه لو وضع المغزل على طرفه السفلى بهذا الوضع الأخير ، فإنه يمكن استخدام أكثر من مغزل واحد لفتل عدة خيوط فى وقت واحد ، وهكذا صنع الآلة التى يمكن أن تحقق ذلك وسط إطار يسحب الخيوط ويعقصها ، وكان هذا أول مغزل ، وقد صنعه حوالى سنة ١٧٦٤ وأطلق عليه الاسم « آلة غزل چينى » نسبة إلى ابنته « چينى » وما زالت الآلة حتى اليوم تعرف باسم : Spinn ng Jenny .

وبدأ المخترع يستخدم هذه الآلة التى صنعها بيديه استخداماً خاصًّا ليغزل

الخيوط للنسيج الذى ينتجه ، ولكن لما كان يعول أسرة كبيرة فإنه صنع عدة آلات باعها لغيره من النساجين ، وكانت الآلة من بداية صنعها تفتل الخيوط بسرعة أضعاف خمسة أو ستة من سرعة الغزل اليدوى ،وصنع هارجريفس آلات جديدة تتوافر لها سرعة أكبر ، وسرعان ما أغضب هذا جيرانه، فقد كان كل الذين يعيشون من حوله يعملون بالطرق البدائية الأولى ، وقد خافوا أن يتعطلوا عن العمل بسبب هذا الاختراع الجديد ، وفى سنة ١٧٦٨ تجمهر جمع من جيرانه حول منزله وألقوا بأمتعته إلى الطريق العام،وأحرقوا آلات الغزل والنسيج التى صنعها بيديه .

وانتقل هارجريفس بأسرته إلى نوتنجهام حيث اهتم رجل اسمه چيمس بهذه الآلة الجديدة ،وشارك هارجريفس وأقاما معاً مغزلا للقطن يستخدم آلات صنعها هارجريفس ، وكان نجاحه كبيراً ، ولكن هارجريفس لم يسجل اختراعه إلا فى سنة ١٧٧٠ ، وفى ذلك الوقت كان الكثير من المصانع يستخدم آلات مماثلة منقولة عن الآلات التى صنعها بيديه، ورفع هارجريفس الأمر إلى القضاء ، وثبت للمحكمة أنه قد باع آلات من صنعه قبل أن يسجل اختراعه ، ومن ثم رفضت دعواه .

ومكنت آلات هارجريفس من صنع كميات كبيرة من القماش فى وقت أقصر وبجهد أقل ، واستطاع الناس أن يصنعوا أقمشة أكثر مما كانوا يستطيعون من قبل ، وبعد ست سنوات من موت هارجريفس فى سنة ١٧٧٨ كان فى إنجلترا عشرون ألف آلة من آلاته تستخدم فى الغزل والنسيج .

ونلتقى عند الحديث عن الاختراع التالى ببنيامين فرانكلين من جديد :

كان الناس فى عصره يطهون طعامهم فى المواقد ، وكان معنى هذا أن كل شىء كان يغلى فى إناء أو يقلى على سفود (سيخ الشى) يدار ببطء ، وكانت



« انتشر فرن فرانكلين فى كل منزل »

الأفران المصنوعة من القرميد* تستخدم فى هولندة وألمانيا ، ولكنها كانت لتدفئة الغرف لا لطهى الطعام .

وكره بنيامين فرانكلين الأفران التى يستخدمها الألمان والهولنديون لعدم استطاعته رؤية النيران ، ثم إنها كانت تستخدم كميات كبيرة من الخشب دون أن تدفئ الغرف بالطريقة التى يود تدفئتها بها ، ولهذا فإنه فى سنة ١٧٤٢ اخترع أسلوباً جديداً لحسن باستعمال الوقود ، وكان اختراع فرانكلين عبارة عن موقد من الحديد الزهر يوضع داخل المصطلى ( المدفأة ) المبنية من الأحجار ، وفضلا عن أنه يستطيع رؤية النيران فإن الدخان يتصاعد من الخلف دون أن يملأ جو الغرفة . ثم إنه يستطيع أن يطهو الطعام على القاعدة العلوية المسطحة للموقد ، وقد أطلق على هذا الموقد اسم « فرن فرانكلين » .

* القرميد صفائح آجرية تستخدم عادة لكساء الأسطح . ( المترجم )

وانتشر هذا الموقد انتشاراً واسعاً بسبب أنه يبعث بكمية كبيرة من الحرارة تزيد على الكمية التي كانت توجدها المدفأة الألمانية بنفس كمية الوقود ، فلما أن بدأ الناس يستخدمون « فرن فرانكلين » خطر لبعض الناس إمكان تغطية مكان النيران فى مقدمة الفرن ، وبذلك يمكن إخراجه من المدفأة ووضعه فى أى مكان من الغرفة،فيطهو الطعام على قاعدته العلوية ويملأ جو الغرفة بالدفء .

ولم يخترع رجل واحد كل أجزاء الفرن الحديث ، فإن هذه الأجزاء جاءت الواحد إثر الآخر ، ففى البداية استخدم الناس الحطب ثم الفحم، وأخيراً استخدم الناس الغاز ثم الكهرباء ، ومر الفرن بمرحلة تطور واسعة ، ولكن كانت الفكرة الأولى لبنيامين فرانكلين الذى لم يتقاض مالا مقابل مخترعاته ، كان كل ما يبتغيه أن يقتصد الناس فى استهلاك الوقود ، وقد حقق هذا ولا شك .

وربما تكون آلات قليلة قد جعلت العمل أيسر لعدد كبير من الناس بأكثر مما فعلت آلة الحياكة . وتاريخ آلة الحياكة عجيب ؛ فلقد بدأ الناس يفكرون فيها منذ أن بدأوا يفكرون فى الآلات ؛ ذلك لأن حياكة الثياب عملية يصعب أن تتم باليد . والواقع أن عدداً من المخترعين قد صنعوا عدة آلات للحياكة مختلفة الصور متباينة الأصول التى يقوم عليها عملها ، وفكر واحد من هؤلاء الذين صنعوا هذه الآلات ، فكر فى استخدام إبرة منحنية لها ثقب فى طرفها ، فإذا ما مرت الإبرة بالقماش تركت ( غرزة ) أنشوطة من الخيط ،وفى المرة الثانية تمر الإبرة داخل الأنشوطة الأولى فتثبتها وتعقصها ،وتترك فى نفس الوقت أنشوطة أخرى لخارجها ، ثم تتكرر العملية على طول القماش مع استمرار عمل الآلة .

وكانت المشكلة بالنسبة لهذه الآلة أنها تصنع ما يسمى « غرزة السلسلة » ومع إحكام الحياكة بهذه الطريقة، إلا أنه لوقطع الخيط من أى مكان لانفكت طية القماش كلها وانفصل الثوب إلى قطعتين ، وأرسل بعض الناس آلة من هذا

الطراز إلى حانوت صغير لإصلاح الآلات بكمبردج من أعمال ماساشوستس يعمل فيه ميكانيكى شاب اسمه «إلياس هوى»، وأدرك «هوى» أنه من الخطأ أن تسير العملية على هذه الصورة ، وبدأ يعمل على أساس استخدام خيطين بدلاً من خيط واحد فى ثقب الإبرة ، ورأى أنه من الضرورى عندما تنفذ الإبرة فى القماش تاركة الأنشوطة يجىء « مكوك » صغير أسفل القماش فيدفع بخيط ثان لداخل الأنشوطة ثم يشده ويثبته .

وكان هذا اختراعاً هاماً ، ما فى هذا من شك . ولكن «هوى» لم يجد فرداً واحداً فى أمريكا يهتم بالآلة التى صنعها طبقاً لفكرته ، ومن ثم فقد رحل بها إلى إنجلترا وهناك التقى برجـــل يصنع « المشدات » نقده مبلغاً صغيراً للحصول على ترخيص بتسجيل آلته فى بريطانيا ، ثم استأجره ليعمل على الآلة التى صنعها ، وبقى هوى فى إنجلترا لأربع سنوات ، فلما عاد إلى أمريكا وجد عدداً من الناس يهتمون باختراعه ، كما وجد أناساً يبيعون آلات صنعت على شاكلتها ، على أساس أن هذا من حقهم ما دامت لم تسجل فى أمريكا ، ورفع هوى الأمر إلى القضاء وكسب كل القضايا ، بل ربح ثروة جعلته بين أصحاب الملايين . . . وقد يكون من الضرورى أن نذكر أن هوى بقى حتى آخر أيام حياته يصنع آلات صغيرة، بعضها عجيب الصورة حتى إنه لا يمكن لفرد أن يفكر فى نفعها . .

على أنه ربما كان توماس إديسون هو الرجل الذى صنع الكثير ليجعل حياة الناس على ما هى عليه اليوم ، فعندما كان إديسون صبياً صغيراً فى الثانية عشرة من عمره ، كان يبيع الصحف فى القطار ، فإذا ما انتهى من عمله راح يقرأ الكتب العلمية ، ويجرى بعض التجارب الكيموية فى معمل صغير أقامه فى ركن عربة من عربات الخط الحديدى ، وكان يشترى المواد الكيموية لمعمله الصغير مما يربح قبل أن يفكر فى مطالبه الخاصة ، وأنشأ خطاً سلكياً للبرق بين مأواه وبين دار صديق له ، وبدأ يتدرب على أعمال البرق . فلما بلغ السادسة عشرة نال وظيفة

كعامل من عمال البرق على الخط الحديدى الرئيسى .

وكان إديسون رجلا غريباً لا ينام طويلا ، وفقد سمعه تدريجياً ، وكان عندما ينتهى من عمله فى مكتب البرق يظل حتى الرابعة صباحاً يدرس الكهرباء ، وكان أول اختراع له أن اخترع آلة تقتل الصراصير فى مكتب بوستون للبرق ، ولم يمر وقت طويل حتى اخترع آلة تخبر رجال الأعمال المالية فى بوستون بأسعار الأوراق المالية فى بورصة نيويورك ، وربح كثيراً من آلته هذه ، حتى إنه عندما بلغ الثالثة والعشرين استطاع أن ينفض يديه من أى عمل يكسب منه عيشه ، على أن يوجه كل جهوده للاختراع .

وأقام معملا خاصاً فى منلوبارك بنيوجيرسى ، وجاء بميكانيكيين فارهين فى المعرفة بالآلات كما جاء بكيميويين لمعاونته فى بحوثه ، وفى ست سنوات سجل ١٢٢ اختراعاً ، بل جاء وقت كان يعمل فى ٤٥ فكرة مختلفة ، كل منها تعتبر خطوة للوصول إلى اختراع ، وجاءه مخترعون آخرون يطلبون معاونته فيما يعرض لهم من عقبات ، ويرجع إلى إديسون فضل جعل آلة شولز للكتابة آلة عملية صالحة للاستخدام ، واخترع « الميوجراف » وهو آلة تعد نسخاً من أى شىء مكتوب أو مرسوم ، واخترع الورق المشمع للف الأغذية ، واخترع آلة لإعطاء الإنذار عندما يحدث حريق ، واخترع طريقة لإرسال عدة رسائل برقية مختلفة على خط واحد ، وأجرى بعض التحسينات فى تليفون ألكسندر جراهام بل .

ومن الصعب أن يتم أى عمل ، دون أن يكون فى تنفيذه شىء من مخترعات إديسون ، وجاء أعظم مخترعاته فى سنة ١٨٧٧ نتيجة لعمل آخر كان يقوم به ، كان يتولى إصلاح آلة من آلات التليفون ، وكانت على ظاهر الآلة قطعة رقيقة من الصلب ، فلما تحدث فى الآلة لاختبارها جعلت الاهتزازات التى سببها صوته تنفذ هذه القطعة فى إصبعه فتؤلمه ، وعرف إديسون من هذا حقيقة لم تكن غائبة عن غيره من العلماء ، فالكل يعرفون أن الصوت يحدث اهتزازات

فى أى جسم معدنى صغير ، وهى اهتزازات تكفى لجعله يتحرك ، ولكن أحداً لم يفكر فى الانتفاع بهذه المعرفة ، وخطرت لإديسون فكرة هى أنه لو كانت هذه الاهتزازات تجعل إبرة ما تتحرك فى جسم ما فيترك تحركها شقاً فى هذا الجسم ، فإن مرور إبرة أخرى بنفس هذا الشق الذى فى الجسم يجعل الأصوات التى سببت الاهتزازات التى حركت الإبرة الأولى تتكرر من جديد .

وأجرى إديسون تجربة فنطق أمام بوق التليفون بكلمة : « هالو» بعد أن وضع قطعة من ورق البرق السميك أمام الإبرة، وعاد فمرر الورقة ثانية أمام الإبرة محركاً إياها فى نفس الشقوق التى رسمتها فى اهتزازها الأول ، فكانت نتيجة هذا أن أعاد التليفون كلمة « هالو . . . » فى صوت خفيض ، ولكنه كان مسموعاً ولا شك .

وهكذا تحدث عادة الاختراعات الكبيرة ، فإن المخترع يلاحظ شيئاً غريباً ، يجده يحدث عندما يضع بضعة أشياء معاً ، فيحاول بعد ذلك أن يفكر فى استخدام ما حدث ، وتجىء الفكرة فى الغالب سهلة ولكن بعد الخطوة الأولى يفكر المخترع فى وسيلة لجعل هذه الفكرة عملية ، وهنا الصعوبة ، وفى هذه الظاهرة عمل إديسون طويلا فى التفاصيل .

كانت أولى الآلات التى صنعها لها أسطوانة من النحاس مرققة بالقصدير وتدار باليد، فتشق الإبرة خطوطاً متعرجة فى أثناء قيام شخص ما بالحديث فى بوق ليجعل الإبرة تهتز ، ولكنها لم تكن جيدة الصنع ، ولم تكن النتيجة تامة الكمال إلا أنه سرعان ما انتشر النبأ بأن إديسون قد اخترع آلة تتحدث ، وجاء آلاف الناس لمشاهدة هذه الآلة ، ثم سافر هو إلى إنجلترا ليعرضها على الناس هناك .

وفى الوقت الذى سجل فيه إديسون اختراعه كان يعمل لتحسينه ، واستمر يعمل حتى بعد أن بدأ الناس يشترون الحاكى (الفونوغراف) الحديث ، وقد اضطر إديسون فى سبيل إنتاج الحاكى أن يترك جانباً فكرة كان



« أطلق إديسون على آلته الناطقة اسم « الفونوغراف » الحاكى »

يعمل لتحقيقها منذ سنة ١٨٧٦ ، تلك هى محاولة اختراع الضوء الكهربى .

وكان إديسون قد بدأ بمحاولة استخدام أشرطة من الورق — وضعها فى فرن حتى تحولت إلى نوع من الفحم — داخل بطاريات كهربية ، ولاحظ فى أثناء عمله أنه عندما مر التيار الكهربى بشريط الورق زادت حرارته ، وتحول الورق إلى اللون الأحمر ، ثم تحول بعد ذلك إلى لون ناصع البياض .

وأدرك إديسون أنه اخترع شيئاً يمكن أن يستخدم لإنتاج الضوء الكهربى ، ولكن كانت الصعوبة أن الورق المفحم ( المتحول إلى فحم ) أو الكربون يتحول إلى اللون الأبيض ثم يحترق بسرعة بسبب الأكسچين الموجود فى الجو ، ولمنع الكربون من الاتصال بالهواء عمد إديسون أولا إلى تفريغ الهواء من دن صنع جزئياً من الزجاج ، ثم مر التيار الكهربى فى قطعة من الكربون وضعها داخل

الدن ، وسارت العملية سيرها العادى . إلا أن الكربون لم يستمر مشتعلا بلون ناصع البياض لوقت أطول مما بقى فى الهواء الطلق .

وكان هذا آخر ما وصل إليه إديسون عندما انصرف عن تجاربه فى الضوء الكهربى لعدة شهور بسبب توجيهه كل جهوده إلى إنتاج الحاكى ، وقد انصرف بعد هذا لقضاء عطلة فى الغرب ، كانت هى أول عطلة للراحة عرفها فى حياته وهناك بدأ يفكر فى المشكلات التى قد يوجدها الوصول إلى إنتاج الضوء الكهربى ، فمن الممكن أن يصل لإنتاج ضوء له مادته العملية ، ولكن الوصول إلى الضوء يتطلب إيجاد وسيلة لتمكين الناس من الحصول على الكهرباء .

وعندما عاد من عطلته طرق بابًا ظن فيه حلا لمشكلته ، فقد حث بعض الأثرياء على أن ينظموا فيما بينهم إقامة شركة لإنتاج الضوء الكهربى ، على أن يتحملوا تكاليف التجارب ، ولكن هؤلاء الناس أرادوا أولا أن يعرفوا كيف سيحصلون على أموالهم ، فوضع إديسون تصميم إنشاء محطة مركزية ، كما اقترح آلة القياس التى تقيس كمية الكهرباء المستهلكة ، وقد فعل هذا قبل أن يخترع الضوء نفسه .

وبدأ إديسون يجرى تجاربه من جديد ، ومع أن نفراً من العلماء الإنجليز قد انتهوا إلى أنه من المستحيل إيجاد هذا الضوء ، فإن إديسون بدأ إعداد مصنع للزجاج وعمل فيه بنفسه للوصول إلى « اللمبة » المصباح الكهربى الذى يريده ، ووجد أن البلاتين أصلح مادة للفتيلة أو السلك الذى يسبب تولد الضوء داخل المستودع المصباح « اللمبة » ، ولكن البلاتين معدن نادر غالى الثمن ، ثم إنه لا يمنع تسرب التيار الكهربى من السلك .

ولأكثر من عام جرب إديسون مختلف أنواع الفتائل ، وذات يوم — وهو جالس فى معمله يفكر فيما يستعصى عليه حله — راح يعبث بأصابعه فى بعض السناج* الممزوج بالقطران ، وكان يعده ليستعمله فى نوع جديد من آلات التليفون ،

* السناج أو السخام هو « الهباب » . (المترجم)



« اخترع إديسون الضوء الكهربى فى أكتوبر سنة ١٨٧٩ »

وعندما حدق فيما بين أصابعه وجد أنه قد صنع من السناج خيطاً رفيعاً ، وجاءته الفكرة تواً .

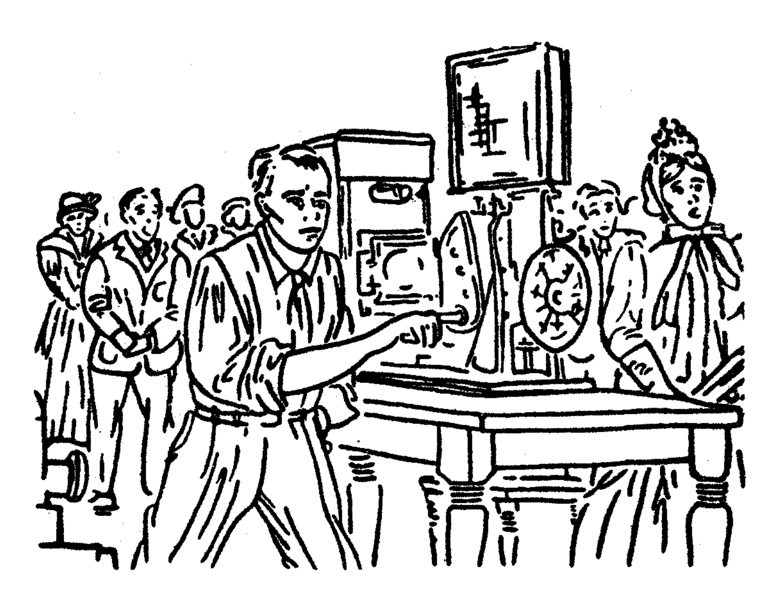
كان كل ما يريده حقاً هو أن يصنع خيطاً رفيعاً من الكربون ، ولكن ما هى المادة الأصلح لعمل هذا ؟ ، وبعث أحد مساعديه لإحضار لفة من الخيط الذى يستعمل فى حياكة الثياب ، ووضع إديسون لفة الخيط فى فرن لتختلط بالكربون ، ولكن الخيوط تقطعت قبل أن يمكن وضعها داخل المستودع الزجاجى ، ومع هذا استطاع إديسون أن يضع قطعة صغيرة من الخيط المفحم داخل المستودع ، وعندما تدفق التيار أضىء المصباح « اللمبة » بل وبقى مضيئاً لأكثر من أربعين ساعة تبدأ بيوم ٢١ من أكتوبر سنة ١٨٧٩ .

كان هذا أول ضوء كهربى ، ولكن المشكلة لم تكن قد حلت تماماً ، فلم يكن هذا استخداماً عملياً ، إذ ليس من المنطق أن يفقد لفة كاملة من

الخيوط لكل ضوء يشتعل لمدة أربعين ساعة فقط ، ثم إن هذا الضوء الذى استمر طوال الأربعين ساعة لم يكن ضوءاً جيداً ، ومن ثم فقد بدأ البحث عن مادة يمكن أن يصنع منها فتيلة مصباحه .

ورحل مساعدو إديسون إلى كل مكان فى العالم للبحث عن أنواع مختلفة من الألياف يمكن استخدامها ، ووجدوا فى « البوص » اليابانى المادة الأصلح من غيرها ، ولكن مرت سبع سنوات قبل أن يستطيع إديسون اختراع المادة الصناعية التى يمكن استخدامها ، ويوضح لنا هذا مدى العمل الذى يجب أن يتم ، والجهد الذى يجب أن يبذل ، حتى يكون اختراع ما صالحاً للاستخدام .

وعندما كان إديسون يحاول جاهداً الوصول إلى النوع الصحيح من الخيوط التى يستخدمها فى مصابيحه الكهربية ، اخترع المحرك الكهربى للقاطرات ، ثم تلفت حوله يبحث عن شىء آخر يخترعه ، وهنا اتصل به چورچ ايستمان من روشستر ، كان ايستمان قد اخترع وسيلة لأخذ الصور المتحركة على لفات



« عاون إديسون فى تطور الصور المتحركة »

من السلولويد، وبدا لإديسون أن هذه الطريقة لالتقاط الصور يمكن أن تستخدم لإبراز الصور وكأنها تتحرك على سجف ، وفى وقت غير طويل وجد الوسيلة العملية لاختراع آلة السينما .

وعاش إديسون حتى وصل الرابعة والثمانين من عمره ، ومنح تراخيص لأكثر من ألف اختراع ، وكان واحداً من أعظم المخترعين فى العالم .

## ٦

# الصلب وناطحات السحاب

قابلنا فى هذا الكتاب مخترعين عنوا بأشياء كثيرة ، وسنقابل الآن رجلا من نفس الطابع هو هنرى بسيمير ، الذى اخترع فى حياته أشياء كثيرة أغلبها مفيد نافع .

كان والد هنرى بسيمير يملك حانوتاً فى شارلتون قرب لندن، وكان يعمل فى صناعة السلاسل الذهبية وأحرف الطباعة ، وكان الابن بدوره يعمل بيديه ، وكانت صناعة النماذج هوايته المفضلة ، ولهذا فإنه عندما بدأ يدرس الهندسة اشترى له أبوه مخرطة صغيرة وآلات أخرى يستطيع بها أن يصنع ما شاء من الأدوات المعدنية فى صناعته .

وعندما بلغ هنرى الصغير السابعة عشرة ذهب إلى لندن وافتتح حانوتاً خاصاً به وكان كلما كثر إنتاجه فكر فى ابتداع وسائل جديدة فى صناعته ، واخترع وسيلة جديدة لختم الأوراق الرسمية ، ونوعاً جديداً من أقلام الرصاص ، واخترع مادة جديدة لطلاء الذهب ، وفى سنة ١٨٤٠ عندما بلغ السابعة والعشرين كان قد كسب الكثير من مخترعاته .

وفى ذلك الوقت كان قد بدأ يعنى بصنع مدافع للجيش [illegible]انى أبعد مرمى وأقوى صدمة ، وفكر أولا فى أن هذا يمكن أن يتم بتغيير شكل المدفع أوبتغيير طريقة صنعه، ولكن بمجرد أن ذهب إلى المرامى التى تختبر فيها المدافع وضح له أن السبب الحقيقى للمتاعب كان الحديد الذى تصنع منه معظم المدافع ، فقد كان هشاً سريع الكسر ، إلى حد أن المدافع تنفجر عندما تستخدم بها كمية كبيرة من البارود .

ونحن نعرف الآن أن سبب هذا كان وجود كمية كبيرة من الفحم فى الحديد الذى تصنع منه المدافع ، والفحم صورة من صور الكربون ، وقد كان الكربون ينفذ إلى الحديد عندما يذاب فى الأفران حيث يمزج بالفحم لزيادة الحرارة ، ولكن كل هذا لم يكن يعرفه أحد فى عصر هنرى بسيمبر ، على أن بسيمير عرف أنه عندما يسبك كمية صغيرة من الحديد فى البراطيم التى يقال لها : القوالب ، تتكون فى أعلى القالب طبقة رقيقة من المعدن هى التى يقال لها : « الصلب » ، وكانت هذه الطبقة الرقيقة تنتزع وتباع وحدها .

والصلب أقوى من الحديد الزهر العادى ، هذا فضلا عن إمكان لفه وطرقه وهو ما زال ساخناً ليشكل فى عدة صور ، وقد كان الصلب كثير الطلب ، وإن كان غير وافر ، ولذلك كان من الضرورى أن يرتفع سعره ، وكانت الأشياء التى تصنع منه نادرة ، ومر وقت واكتشف صانعو الحديد وسيلة لصنع كميات صغيرة من الصلب ، كانوا يذيبون الحديد فى أوان صغيرة يقال لها : « بواتق » ويخلصون السائل المذاب من الكدر ، ولكن مع هذا كان الصلب الناتج غالى الثمن لكثرة نفقاته .

وعرف هنرى بسيمير هذه الحقائق ، ولكنه ظن أنه سيجد وسيلة تيسر له صنع الصلب ، ومن ثم يستطيع أن يصنع ما شاء من المدافع القوية ، وكان قد توافر له المال الذى يكفى لإنشاء مصنع صغير ، فأقامه فى منطقة يقال لها : « سانت بانكراس » حيث بدأ تجاربه .

وقد سأل بسيمير نفسه : ماذا يحول الحديد إلى صلب ؟ ، ولم يكن أحد يدرى حتى مع التجارب التى تمت وأدت إلى انتزاع الطبقات العليا للحديد المذاب ، وبدا لهنرى بسيمير أن ينتفع بحقيقة وصل إليها غيره ، هى أنه لو نفخ تيار هوائى على الحديد وهو مذاب بجعل الهواء النيران أسرع احتراقاً ، وكانت الفكرة هنا أن هذا التيار الهوائى كما يزيد سرعة احتراق النار فإنه يبعد الكربون ، ونتيجة لهذا ، فإن الطبقة العليا من الحديد تتحول إلى صلب نقى خالص من الكربون.



« اخترع بسيمير مغير التيار الذى يحول الحديد إلى صلب »

ولكن بسيمير قرر أن يمرر التيار الهوائى على الحديد المذاب داخل فرن ليرى ما يمكن أن يحدث . . . وحدث أن تحول كله إلى صلب .

وسجل بسيمير طريقته لصنع الصلب ، ثم وصف تجاربه لعدد من العلماء اجتمعوا به لسماع محاضرة يلقيها عن الطريقة التى استحدثها لصنع الصلب ، وكان هذا فى سنة ١٨٥٦ ، ومع أن العلماء أنصتوا له وناقشوه طويلا ، فإن الكثيرين منهم لم يصدقوا ما قاله حتى ولا بعد أن دعاهم لزيارة مصنعه الصغير ، حيث صنع أمامهم الصلب من الحديد الخام .

ولكن أولئك المعنيين بصناعة الحديد اهتموا بالأمر ، واتفقت معه خمس

شركات على أن تنقده ثمن استخدام اختراعه ، وكان هذا اتفاقاً مرضياً لبسيمير الذى كان يود أن ينفض يديه من صناعة الصلب لينصرف إلى اختراعات أخرى، ولكن سرعان ما بدأت الشركات تشكو من أن الحديد لم يتحول إلى صلب حتى فى المرحلة الوسطى التى يقال للحديد عندها : « الظهر المطروق » أى الظهر المطاوع برغم أنها تتبع تعليماته تماماً .

وكانت هذه أنباء غير مشجعة ، وبدأ بسيمير تجاربه من جديد ليعرف سبب الخطأ ، وعمل لأكثر من سنتين مغيراً من شكل المنافيخ ، ومن طريقة النفخ ، وأضاف عدة مواد جديدة للحديد ، ولكن النتائج كانت جيدة أحياناً فيتحول الحديد إلى صلب أو إلى ظهر مطروق ، وأحياناً تفشل التجربة ويبقى الحديد كما هو لا يتغير ، ولم يكن من سبب واضح للنجاح أو الفشل ، فكمية من الحديد تتحول إلى صلب ، وكمية أخرى تظل كما هى .

وأخيراً وصلته رسالة من رجل سويدى اسمه جورانسون يعمل فى صناعة الصلب ، وحدثه جورانسون أنه يتبع تعليماته وأنه فى كل مرة يحقق نجاحاً ويتحول الحديد إلى صلب ، وعرف بسيمير من هذه الرسالة سبب فشل بعض تجاربه ، بل سبب فشل الشركات التى كانت قد اتفقت معه لتنتفع من تجاربه ، فإن حديد السويد من أنقى أنواع الحديد ، على حين أن الشركات كانت تستخدم نوعاً رديئاً من الحديد تستورده من جنوب ويلز ، وعاد بسيمير لإجراء تجاربه على كميات مختلفة كلها من الحديد الجيد فنجحت كل تجاربه .

وذهب بسيمير إلى الشركات يحدثها بما حققه بتجاربه الأخيرة وبنجاحه لحل المشكلة ، ولكن أحداً لم يرغب أن ينقده شيئاً ليستخدم طريقته ، وخطا بسيمير خطوة جريئة، فقد استعان بما لديه من مال قليل وبمعاونة أصدقائه وأقام مصنعاً للصلب ، وكان عمله نوعاً من المغامرة ، فإن وسائل تنقية الحديد من الشوائب التى فيه لم تكن دقيقة تماماً ، ولكن بسيمير تابع تجاربه مع قيام مصنعه بإنتاج الصلب، وقبل أن تمر سنة أخرى كان بسيمير يبيع الصلب بنصف الثمن

الذى تبيعه به الشركات المنافسة ، وكانت هذه نهاية معارضة طريقته ، وأسرعت الشركات الكبيرة للاتفاق معه ، ومنحته ملكة إنجلترا لقب السير هنرى بسيمير .

وكان بين مخترعات بسيمير الأخرى سفينة لا يصاب راكبها بدوار البحر ما بقى فى غرفته ؛ ذلك لأنه عندما تنحرف السفينة فى اتجاه ما تنحرف الغرفة للاتجاه الآخر ، وبذلك تظل غرف السفينة دائمًا مستوية لا تهتز بفوران أمواج البحر ، وفى سنة ١٨٧٥ بنى السير هنرى هذه السفينة التى فكر فيها ، بناها على نفقته ونشر الدعوة لها ، ولكن السفينة لم تحقق نجاحًا ، فعندما أنزلت إلى البحر وبدأت رحلتها أصيب الركاب بدوار البحر كما يصابون به فى أى سفينة أخرى .

وقد مكنت تجارب السير هنرى بسيمير لصنع الصلب ، مكنت من قيام المدن الحديثة العظيمة فى أمريكا ، ولكن كان بناء الأبنية العالية من اختراع رجل آخر هو چورچ ا. فوللر ، ولسوء الحظ مرض فوللر ومات قبل أن يشهد استخدام اختراعه .

عمل فوللر وهو شاب عند عمه ، مهندس مبان فى ورسستر من أعمـــال ماساشوستس ، وكان عمله رسم التصميمات للمبانى التى يتفق عمه على بنائها ، وقد عنى فى أثناء عمله بمشكلة : ماذا يمكن أن تحتمله أجزاء كل مبنى ؟ وكان من الضرورى لأن يعرف هذا أن يدرس الهندسة ، فانكب فى أمسياته يدرسها ليصل إلى إجابة صحيحة لسؤاله .

وفى مرات كثيرة كان يقول بعض الناس : إن التصميمات التى يعدونها ليست قوية بالقدر الذى يمكنها من احتمال ما يريدون وضعه عليها ، ولما كان يستطيع أن يثبت حديثه بالأرقام ، كانوا يصغون له ويتبعون رأيه ويبعثون بغيرهم لاستشارته .

وعندما بلغ الخامسة والعشرين من عمره أشركه نفر من البنائين فى بوسطون فى عملهم ، ولكنه لم يستمر طويلا فقد ازداد اهتمامه بقياس الأوزان ،

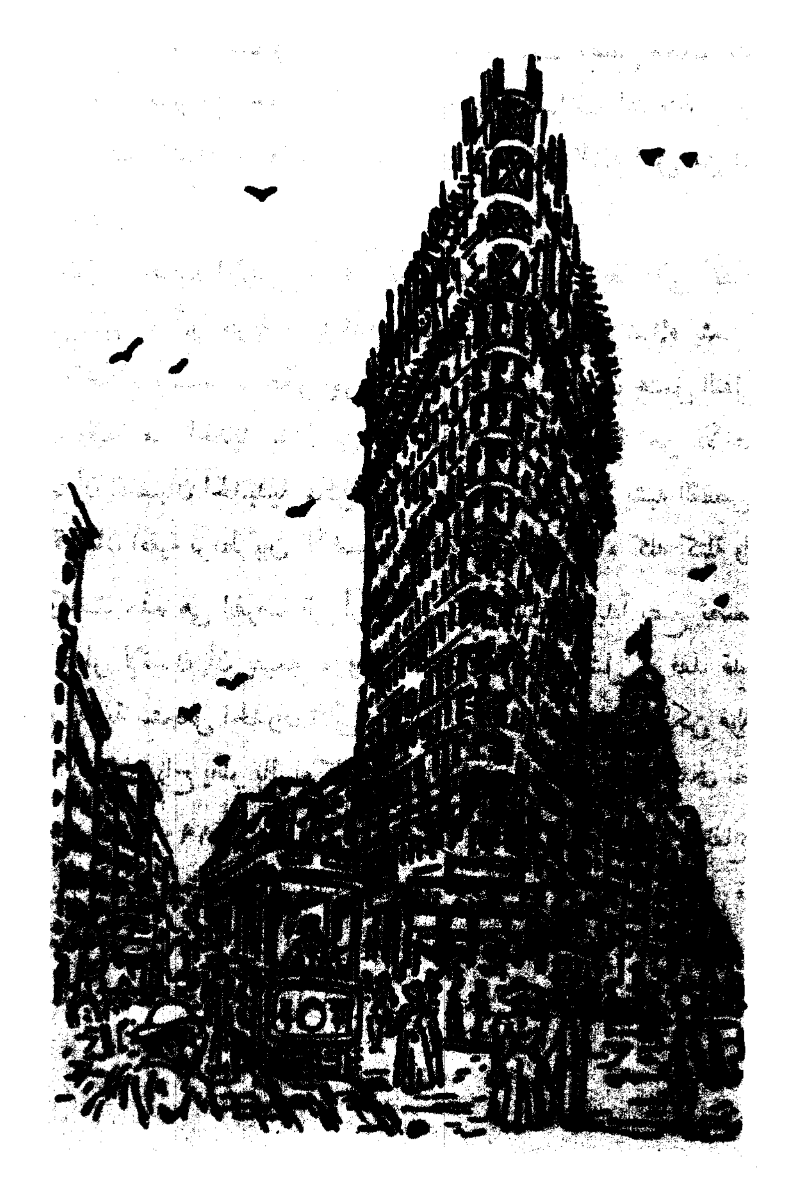
وقلّ اهتمامه برسم التصميمات ، ولم يكن يُبنى فى بوسطون يوم ذاك غير الدور الصغيرة ، فلم يكن من سبب لوزن ثقل البناء ، ولهذا انتقل فوللر إلى شيكاغو سنة ١٨٨٠ ، فقد كانت المدينة تنمو بسرعة ، ولما كانت أرضها رقيقة لينة كان لقياس الثقل أهميته .

وعمل فوللر كمقاول لإقامة أبنية يضع تصميماتها غيره ، وكان بين القليلين الذين أحب العمل معهم رجل اسمه د. ه . بورنهام، وقد وضع بورنهام تصميمات خمسة منازل أقامها فوللر ، ولما كان الرجلان قد حققا نجاحًا كبيراً فإنهما استدعيا للعمل معًا فى نيويورك .

وكانت هذه الدعوة بسبب نظرية ناقشها فوللر مع نفر من المهندسين والبنائين ، نظرية خاصة بالمواد التى تبنى بها الدور ، فحتى ذلك الوقت كانت الأبنية تقام من الأحجار ، ومن ثم كان من الضرورى أن تقف عند ارتفاع محدد ، فإذا أريد تجاوزه وجب أن يزاد سمك الجدران؛ فتقل بالتبعية سعة الغرف فى الطبقات الأولى من البناء ، وكان من الممكن بناء الدور المرتفعة ، ولكنها إما أن تكون أشبه بالأهرام فلا يكون الانتفاع بها كبيراً ، وإما أن تكون كالكاتدرائيات دون أى طوابق عليها ، حتى لا يزيد ثقل البناء على قدر معين محدود، وكان الحد الأقصى للبناء المبنى من الأحجار أن يكون من خمس أو ست طبقات .

وفى منتصف القرن التاسع عشر بدأ بعض البنائين يستخدمون الحديد المفرغ فى أعمدة الجدران ، ولكن هذا مكّن من أن تكون هذه الجدران أقل سمكًا ، وأن تتعدد طبقات الأبنية ويزداد ارتفاعها ، وبنيت عدة أبنية من عشرة طوابق ، كما بنى عدد قليل من طبقات أكثر من عشرة طوابق ، فكانت الرغبة فى زيادة عدد الطبقات فى المبانى سبب دعوة چورچ فوللر ود. ه. بورنهام للعمل فى نيويورك .

وكانت فى برودواى بالشارع ٢٣ بمدينة نيويورك قطعة ضيقة من الأرض



« وضع چورچ فوللر تصميم مبنى « فلاتيرون » فكان أول ناطحة سحاب بمدينة نيويورك »

مثلثة الشكل ، ولما كانت وسط حيّ العمل فقد كانت أصلح مكان لبناء يضم مكاتب عدد كبير من رجال الأعمال ، ولمواجهة الضرائب المتزايدة ، ولإمكان تسديد تكاليف البناء ، كان من الضرورى أن يكون البناء أعلى من أى مبنى أقيم قبله .

وظن أصحاب الأرض أنه قد يمكن استخدام الطريقة التى يفكر فيها چورچ فوللر ، أى طريقة استخدام الصلب الذى يمكن شراؤه بثمن بخس نتيجة لاختراع بسيمير ، وفكر چورچ فوللر فى بناء يمكن أن يحتمل الثقل كله ، قضبان رقيقة من الحديد بدلا من الأعمدة الضخمة المقامة من الأحجار ، ولا سيما أن القضبان الحديدية يمكن أن تعقص معاً لتكون ما يشبه القفص عندما تجرى قضبان أفقية تربط بين الأعمدة الرئيسية ، ويكون البناء كله كتلة واحدة .

وكانت هذه هى الفرصة التى أرادها چورچ فوللر ، وبدأ يضع تصميم أعلى مبنى خطر لإنسان أن يقيمه ، وظن الكثيرون أنه سيفشل ، فقد قدروا أن الرياح القوية ستجعل الجدران تنثنى وبذلك يسقط البناء كله ، ولكن فوللر تابع قياس الأوزان وراح يعلو بالبناء كلما وجد النتائج صحيحة تحقق صدق نظريته .

وفى سنة ١٩٠٢ ، بعد أن مات فوللر بسنتين ، تم المبنى بارتفاع واحد وعشرين طابقاً ، فكان أول ناطحة سحاب بمدينة نيويورك ، وبدأ كل فرد يبنى ناطحة سحاب ، فقد ثبت إمكان هذا . وقد تم إنشاء أكثر من نصف المبانى العالية المتعددة الطبقات على أساس طريقة چورچ فوللر من أقفاص الصلب .

# ٧

# مخترعات عسكرية

جلّ ما يستخدم فى الحرب من عتاد ليس فى الحقيقة باختراع فى صورة ما ، بل هو فى الحقيقة لا يزيد عن تطور وتحسين لشىء كان قائمًا موجوداً ، وكان هذا ما حدث للبندقية ؛ فالبنادق الأولى كانت كبيرة إلى حد أنها كان من الضرورى أن تجر بعدد من الخيول ، كانت أشبه بالنماذج التى نجدها فى بعض المتاحف للمدافع الضخمة القديمة التى تقذف بكرات من الأحجار أو الحديد ، ولا شك أن الناس فى تلك العصور كانوا يفكرون فيما يمكن أن يكون مدى الانتفاع بهذه الأسلحة لو أمكن صنع نماذج صغيرة منها ، يستطيع أن يحملها رجل واحد ، وفى سنة ١٤٤٥ بدأ بعض الناس ينجحون فى صنع بنادق صغيرة .

وجاءت النماذج الأولى طويلة فى غالبيتها حتى لتماثل طول الرجل ، وكانت كذلك ثقيلة الوزن ، ومن ثم يجب أن تستند إلى مسند « سيبة » عند إطلاقها ، بل أن يتعاون على حملها رجلان معًا : أحدهما يحمل البندقية ، والثانى يحمل مؤخرتها « الدبشك » ، فإذا ما أريد إطلاقها أمسك الرجل الذى يطلقها بلهب يقربه من ثقب فى طرف الماسورة لإحداث الانفجار الذى يتولد عنه غاز يدفع القذيفة .

وكانت هذه البنادق تحشى بالبارود أولا ، ثم يضاف فتيل ثم توضع الرصاصة . وهذه عملية شاقة تقتضى وقتًا طويلا ، وبعد هذا الجهد لم يكن من الممكن إحكام أو ضبط إصابة الهدف .

واستمر وزن البنادق يقل ويقصر طولها ، وفى وقت ما قرابة سنة ١٥٠٠ فكر رجل ألمانى لا نعرف اسمه ، فكر فى أن يحنى « دبشك » البندقية قليلا حتى يمكن تثبيته فى تجويف الكتف عند القبض على البندقية لإطلاقها ، وكان هذا اختراعًا جيداً . وفى سنة ١٥٢٠ جاء إثر هذا اختراع آخر هام ، فقد فكر




« البنادق على مر السنين بين سنة ١٤٥٠ إلى سنة ١٩٥٠ »

صانع بنادق من ڤيينا اسمه جاسبارد كوللر فى ششخنة ماسورة البندقية بحفر مجرى متعرج داخل جدار الماسورة ، فإذا ما أطلقت الرصاصة دارت فى هذا المجرى ، ولم يكن التفكير هنا فى إكساب سرعة بقدر ما كان يستهدف إحكام الإصابة بدرجة أكبر مما يمكن أن يحدث لو أطلقت الرصاصة من بندقية غير مششخنة .

ولكن بنادق كوللر لم تكتسب شعبية ، فلم يكن الكثيرون يحسنون الحفر فى المعادن الصلبة ، ومن ثم فلم يكن أحد يستطيع أن يصنع بنادق جيدة ، والأمر الثانى أن حشو الرصاصة فى البندقية المششخنة الماسورة كان عملا طويلا شاقًّا وبذلك كانت عملية حشو البنادق بطيئة ، وبذلك كان الجنود يفضلون استعمال البنادق ذات الفوهات الملساء لسرعة « تعميرها » حشوها بالرصاص ، وأخيراً فإن هذه الششخنة كانت تزيد من جهد تنظيف البنادق بعد إطلاقها . ولهذا كله لم يصنع كوللر غير قليل من البنادق ليستخدمها الرماة .

وبقيت الحال كذلك لما يقرب من مائتين وخمسين سنة ، ثم بدأ الروّاد الأولون الذين نزلوا أمريكا فى الاندفاع لداخل الغابات فى الأراضى الغربية ، وكانوا فى البداية يعتمدون فى غذائهم على لحوم الصيد ، ولهذا كان من الضرورى أن يطمئنوا إلى ضمان إصابة الهدف بالطلقة الأولى ، الأمر الذى لا تؤكده البنادق ذات الفوهات الملساء ، على أنه لما لم يكن يهمهم سرعة إعادة حشو البندقية بعد الطلقة الأولى التى تصيب الهدف ، فإنهم راحوا يستخدمون بنادق مششخنة .

وهنا يجب أن نلاحظ أن هؤلاء الروّاد الأولين كانوا صناعًا مهرة ، ولهذا فقد استطاعوا أن يصنعوا بنادق جيدة ، وكانت هذه البنادق الدقيقة الرمى هى التى قهرت الإنجليز فى حرب الاستقلال أكثر من أى شىء آخر .

ولكن البنادق مع هذا لم تكن قد حققت انتشاراً شعبيًّا فيحملها كل الناس ، وبقى استخدامها وقفًا على الصيادين الرماة المهرة ، حتى أمكن تحقيق اختراعين جديدين ، فقد كان الناس منذ زمن بعيد يجدون أن الطريقة الأسهل هى وضع

الرصاصة مع الكمية الكافية من البارود فى أسطوانة من الورق يقال لها : «الخرطوشة» ، فإذا ما أراد رجل أن يستخدم واحدة منها شق قاعدتها السفلى وصب البارود فى البندقية ثم حشا الرصاصة بدفعها داخل الماسورة حتى تكون فوق البارود مباشرة ، وكان بعض البارود ينسكب من ثقب صغير إلى إناء صغير مسطح من الصلب فى جانب البندقية ، فإذا ما أشعل هذا البارود التهب البارود الداخلى ودفع الرصاصة للهدف ، ولكن كانت الشرارة لا تتولد أحياناً ، أو تتولد الشرارة ولكن البارود الداخلى لا يشتعل ، وحل هذه المسألة قس إنجليزى هو الأب ألكسندر چون فورسيث ، كان رجلا يغرم بصيد الطيور ، ووجد أنه كان يفشل أحياناً فى صيدها لأن بندقيته لا تنطلق ، ورأى أنه يجب أن يفعل شيئاً جديداً ، ولما كان على دراية بعلم الكيمياء فقد بدأ تجاربه للوصول إلى مادة أيسر انفجاراً من البارود ، وبحث أمر وضع كمية صغيرة من مادة تعرف باسم « الفلمينات » يمكن أن تنفجر عندما تصدم صدمة قوية ، وبهذه الطريقة لا تكون هناك حاجة لإحداث شرارة لإشعال البارود ، وسرعان ما انتشرت خرطوشة القس فورسيث .

وكان هذا ابتداعاً طيباً ، ولم تعد هناك حاجة لتمزيق غطاء الخرطوشة ، ولكن هذا برغم نفعه لم يجعل البندقية سلاحاً شعبياً ، وذلك لأن البنادق كانت لا تزال بطيئة الحشو صعبة التنظيف .

وجاءت الخطوط الثانية نتيجة جهد رجل فرنسى اسمه مينيه ؛ فقد بحث مينيه الأمر ووجد أن المشكلة الأساسية هى نوع الرصاصة المستعملة ، فإذا ما كانت الرصاصة صغيرة لتحشى فى البندقية بسهولة ، كان صغرها يسبب ضياع جزء من القوة الدافعة للبارود بسبب تسربها من حول الرصاصة ، ولهذا اخترع مينيه رصاصة ذات قاعدة من المعدن ، فإذا ما تحددت هذه القاعدة ملأت شقوق الششخنة ، ومنعت تسرب الغاز الناتج من انفجار البارود .

وحققت رصاصة مينيه نجاحاً كبير المدى من البداية ، ودفعت له كل من

الحكومتين الفرنسية والبريطانية مبلغاً كبيراً من المال ثمناً لحق الانتفاع باختراعه، وهكذا بدأت كل جيوش العالم تستبدل البنادق ذات الفوهات الملساء ببنادق مششخنة المواسير، ومع استخدام مادة الغلمينات ورصاصات مينيه، إلا أن البندقية كانت لا تزال تواجه مشكلتى بطء التعمير وصعوبة التنظيف.

وفكر عدد من الناس فى الحل الصحيح لمشكلة الحشو هذه، ورأوا أن هذا الحل هو حشو البندقية من « ظرف » الماسورة أى من مؤخرتها بدلا من دفعها من الفوهة الأمامية لداخل الماسورة، وكان من السهل صنع هذه البنادق، بل تم صنع عدد منها، ولكن شق مؤخرة الماسورة لوضع الرصاصة أعاد مشكلة تسرب الغاز وإن كان التسرب فى هذه المرة يحدث للخلف بدلا من التسرب من حول الرصاصة، كما كانت الحال قبل رصاصة مينيه، وحاول بعضهم سد الظرف بوسائل شتى، ولكن أحداً لم يستطع أن يصنع بندقية تمكن من إدخال الرصاصة من ظرف الماسورة ثم يحكم إغلاقها فلا يتسرب غاز الانفجار لخارج الماسورة بعد إطلاقها.

ويبدو أن رجلين فرنسيين آخرين، اسماهما هوبيه ولا فوشو، وصلا إلى حل هذه المشكلة سنة ١٨٥٠، كانا من صناع البنادق فى باريس، وكانا يصنعان البنادق للرماة الأثرياء، ولكنهما بعد أن انتشر اختراعهما راح كل منهما يتهم الآخر بأنه سرق فكرته، وقامت بينهما معركة حامية الوطيس، ثم اتجها إلى دور القضاء، ولكن أحداً لم يستطع أن يقرر أيهما صاحب الحق.

وأىّ منهما كان صاحب الاختراع. فإن المخترع قد فكر فى شىء أشبه بما فكر فيه مينيه، فكر أن يضع الرصاصة والبارود داخل أسطوانة من المعدن بدلا من الورق، فإذا ما أطلقت البندقية حدث الانفجار وتولد الغاز داخل الأسطوانة المعدنية، فلا يضيع منه شىء، واندفع المقذوف من « فوهة البندقية » فم الماسورة.

وكان هذا الاختراع بسيطًا إلى حد أنه أدهش الناس لأن أحداً لم يفكر فيه من قبل ، ونجحت التجارب وتحولت صناعة البنادق فى العالم كله على أساس الحشو من ظرف الماسورة .

وكان لاختراع الرصاصة المعدنية نتيجة أخرى ، فلقد كان الناس منذ زمن بعيد يفكرون فى البندقية التى يمكن أن تطلق أكثر من رصاصة قبل أن يعاد حشوها ، وكانت هذه عملية صعبة بسبب أن الخرطوشة المصنوعة من الورق تتطلب الدفع لداخل الماسورة ، ولكن منذ صنعت الخرطوشة من المعدن ، بدأ الناس يصنعون البنادق التى يمكن أن تطلق عدة طلقات قبل أن يعاد حشوها من جديد .

ويعتبر صمويل كولت الذى جاء من كونكتيكت واحداً من هؤلاء المخترعين الذين نجد فى تاريخ حياتهم طرافة مثيرة . كان ابنًا لرجل يملك مصنعًا لنسج الحرير أخرجه من المدرسة فى سن العاشرة ليعلمه حرفته . وبقى فى المصنع أربع سنوات . ثم أعاده أبوه إلى مدرسة يقيم فيها طلبتها ( مدرسة داخلية ) ، ولم يكن العمل فى المصنع قد استهوى الفتى اليافع ، كما لم تكن العودة للدراسة تبعث السرور إلى نفسه . فترك المدرسة ليعمل على سفينة نقل أبحرت به إلى الهند .

وكان من الواضح أن لا عودة له للدراسة . وأنه بتخيره المغامرة قد شق لنفسه طريقًا شائكًا فى الحياة . ولكن الفتى وجد أن العمل على ظهر سفينة تجارية يترك له وقتًا طويلا ليخلو إلى هواية يتخيرها . وألفى كل زملائه يعملون فى نحت الأخشاب ، يصنعون منها نماذج صغيرة لسفينة تمخر عباب البحر أو اصورة من صور الطبيعة عند أى من السواحل التى يمرون بها ، وتعلم صمويل النحت فى الخشب . ولكنه صنع نموذجًا لبندقية صغيرة يمكن أن تطلق ست طلقات قبل أن يكون من الضرورى إعادة حشوها (تعميرها ) ، وبدلا من أن يكون للماسورة فى أسفلها



« أطلق صمويل كولت على بندقيته اسم المسدس »

ظرف واحد كان للبندقية التى صنعها كولت من الخشب ستة ظروف ، فى قرص مستدير يحركه زناد كلما أعيد للخلف جاءت هذه الحركة بظرف ملىء بخرطوشة باستقامة مع الماسورة ، فإذا ما سقط الزناد لوضعه الأصلى انطلقت الخرطوشة ، وأعيد الزناد للخلف ، فيتحرك القرص ، وتجىء خرطوشة جديدة فى ظرف جديد باستقامة مع الماسورة وهكذا . . .

وعندما عاد صمويل كولت من رحلته كان قد قرر أن يعمل فى مصنع النسيج من جديد ، واتجه ليدرس فى وقت فراغه علم الكيمياء ، وكان هذا مستطاعًا فى قسم الصباغة بالمصنع ، ونبه شأنه فى الكيمياء بسرعة حتى إنه عندما

بلغ الثامنة عشرة ، كان يتجول فى البلاد ليحاضر الناس فى علم الكيمياء .

وفى ثلاث سنوات حصل على ما يكفيه من المال لإقامة مصنع لصنع بندقيته القصيرة التى أطلق عليها اسم « المسدس » ، وبدأ إنتاجه ، كان هذا فى سنة ١٨٣٣ عندما كانت الخراطيش تصنع من الورق ، ومن ثم فإن طلقاتها لم تكن محكمة دقيقة ، ومع أن بعض ضباط جيش الولايات المتحدة قد اشتروا أسلحة من إنتاجه إلا أن الكثير قد بقى معطلا لا يجد من يبتاعه ، ولهذا اضطر سنة ١٨٤٢ أن يغلق أبواب مصنعه ، ولكن فى سنة ١٨٤٧ قامت الحرب بين الولايات المتحدة والمكسيك ، وكان الجنرال زكارى تيلور الذى تولى فيما بعد رياسة الجمهورية يقود أحد الجيوش ، وكان هو أحد الرواد الذين اشتروا سلاحًا من إنتاج كولت واستخدم بندقيته القصيرة فى القتال ضد الهنود ، وقد أصر تيلور على أن يسلح جنوده بهذه البنادق التى تصلح للقتال القريب المدى ، وراحت حكومة الولايات المتحدة تبحث عن صمويل كولت حتى وجدته فأمرته بصنع عدة آلاف من هذه البنادق القصيرة ، ويسر هذا على المخترع اقتراض المال ليبدأ إنتاجه من جديد .

ثم اخترعت الخرطوشة المصنوعة من المعدن ، وبدأ كثيرون يشترون مسدسات كولت ، وتابع الرجل الاختراع معنيًّا باطراد تحسين صناعته كما اخترع الآلات التى تصنع أجزاءها .

ولهذا فإن أى نوع من أنواع البنادق الآلية إنما يرجع فى صورة ما إلى التاريخ الذى حفر فيه كولت بندقيته القصيرة من الخشب فى أثناء رحلته إلى الهند .

وعلى مثال ما غير الاختراع العظيم بصنع الخرطوشة المعدنية من البنادق ، جاء اختراع غير من البنادق الكبيرة يوم أن تم صنع مقذوفاتها هى الأخرى من المعدن ، ويرجع الاختراع الثانى إلى رجل فرنسى اسمه هنرى چوزيف بيهانز .

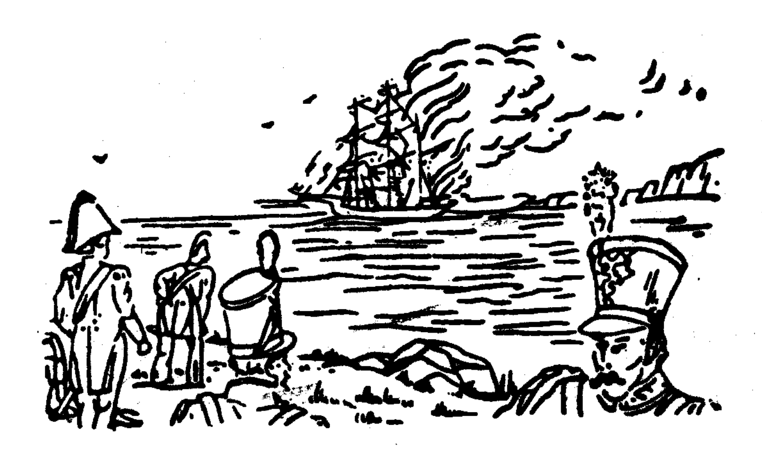
وقد عاش الرجل فى عصر نابليون ، وبعد أن ذهب إلى المدرسة الفنية انضم للجيش ضابطاً فى المدفعية ، وكان الرجل مثله مثل نابليون ، عاش جل سنى حياته الأولى مقاتلا مما أكسبه تجربة وخبرة ودراية ، فلما أن انتهت الحروب وبدأت سنو السلم ، لم يكن فى الجيش مكان لضابط مدفعى ، فبدأ بيهانز يتعلم شيئين اثنين : « السياسة » و « صناعة المدافع » .

وفى ذلك الوقت كانت كل المدافع تقذف كرات من الحديد ، وكانت هناك « هاونات » تطلق قذائف يقال لها : « القنابل » ، وهى كرات مجوفة من المعدن تحشى بالبارود ، فإذا ما انطلقت القنبلة اشتعل فتيل يلهب البارود فيحدث الانفجار فور اصطدام القنبلة بالهدف ، وقد تكون الفكرة صحيحة سليمة ولكن المشكلة أن الفتيل أحياناً لا يشتعل ، ومن ثم يبقى البارود كما هو داخل الكرة المجوفة ، ولم يكن الهاون دقيق الإصابة ، لأن القنبلة تنطلق لأعلى ثم تعود لتسقط على الهدف فى زاوية ، ومن الطبيعى أنه لا يمكن التحكم فى زاوية السقوط التى تتسع أو تضيق تبعاً لمدى الارتفاع الذى تبلغه القنبلة ، وتبعاً للاتجاه الذى يوضع الهاون عليه أصلا .

ولم يكن من الممكن إطلاق هذه الكرات من أى مدفع يوجه باستقامة نحو الهدف ، فلن تستمر القنبلة فى الهواء الوقت الكافى لاحتراق الفتيل الطويل ، فإذا ما صنع الفتيل قصيراً كان من الممكن أن تنفجر القنبلة وهى لا تزال بعد فى ماسورة المدفع .

وكانت هذه هى المشكلة التى شغلت الكولونيل بيهانز طويلا ، على أنه قبل أن يبدأ حلها قسمها إلى مشكلتين :

فقد رأى الرجل أنه فى حاجة إلى مدفع يقذف القنبلة بسرعة فلا تتوافر فرصة ليقع حادث له خطره ، ويتطلب هذا أن تكون القنبلة محكمة الوضع داخل



« جربت قنابل بيهانز المتفجرة لأول مرة على بارجة من الخشب فى ميناء بريست »

الماسورة ، ومن ثم لا يتسرب أى شىء من القوة الدافعة المتولدة من الانفجار .

وهنا خطر له أن هذه الفكرة تشبه المشكلة التى حلها القس ألكسندر فورسيث بالنسبة للبنادق القصيرة فقط مع لون واحد من ألوان الخلاف ، فبدلا من وضع مادة « الفلمينات » فى إناء إلى جانب البندقية وضع بيهانز هذه المادة فى آخر القنبلة أى فى الكبسولة ، وقد تطلب هذا بدوره تعديل شكل القنبلة ، فبدلا من أن تكون مستديرة كانت طويلة قليلة العرض ، وكان تفجيرها أيضًا يتطلب أن تضرب مؤخرة الكبسولة ضربة قوية بمطرقة لإحداث الانفجار الأول الذى يدفع بالقذيفة من المدفع .

وكان أمل الكولونيل بيهانز أن تستخدم القنبلة الجديدة بوساطة القلاع التى تدافع عن ساحل فرنسا ضد أساطيل العدو ، وزعم أنه إذا صنعت المدافع والقنابل بهذه الطريقة فلن تستطيع السفن المصنوعة من الخشب الوقوف أمامها ، وكان بيهانز محدوداً ، ذلك لأن كل نماذج المخترعين لأسلحة الحرب لا توضع



موضع التجربة إلا عند قيام الحرب ، وبذلك كان من الضرورى أن يظل اختراع بيهانز مجرد فكرة ، لولا أنه حث بعض أصدقائه السياسيين لمعاونته ، وبفضل مسعاهم طلب الجيش مدفعين من صنعه كما طلب بعض القنابل لتجربتها ، وأطلق المدفعان الواحد إثر الآخر القنابل على بارجة من الخشب أوقفت خارج ميناء بريست ، وقد أصابت القنابل كلها الهدف إصابات محكمة وشقت فيها فتحات ثم أشعلت بها النيران ، وكان نجاح اختراع بيهانز كبيراً حتى إن المصانع توقفت عن صنع القنابل الكروية ، وبدأت القوات المسلحة فى العالم كله تستخدم القنابل الطويلة التى تحتوى مادة « الفلمينات » فى الكبسولة الخلفية .

وفى ذلك الوقت اختير بيهانز عضواً فى البرلمان الفرنسى ، وعندما تقاعد رقى إلى رتبة الجنرال ، وعاش الرجل حتى بلغ أقصى العمر ، وعاش يزرع الأزهار فى حديقته ، على حين كان الناس يستخدمون قنابله ومدافعه فى القتال والحرب .

ولقد كتب الكولونيل بيهانز فى تقريره الذى قدمه مع نموذج اختراعه للقنبلة والمدافع أن جدران السفن يجب أن تكون من الحديد كدروع تقيها القنابل ، وكانت فكرته هذه تعتبر فكرة وقائية مضادة للقنبلة التى اخترعها ، ومع أنه من المنطق أن تدرس الفكرتان معاً إلا أن الذى حدث أن كل الدول صنعت قنبلة بيهانز ، ولكن شيئاً لم يتم بالنسبة لفكرته عن تدريع السفن حتى مرت ثلاثون سنة ؛ ذلك لأن المصانع لم تكن تستطيع أن تطوى ألواح الصلب بسمك أربع بوصات ، وكان جمع ألواح رقيقة معاً بالسمك المطلوب لا يكسبها مناعة لأن قذف هذه الألواح بالقنابل كان يمزقها ، مثلها مثل الألواح الرقيقة.

وفى سنة ١٨٥٠ وجد فرنسى يعمل فى صناعة الحديد وسيلة لطىّ ألواح الصلب بسمك أربع بوصات ، وكان هذا السمك كافياً لمواجهة قوة الاختراق التى لقنبلة ذلك العصر ، وبنى الفرنسيون عدداً كبيراً من السفن المدرعة بالحديد إلا أنه لم تكن بها محركات ولم يكن لها صوار ، بل كانت مجرد عائمات تجر من مكان إلى آخر ، ومن ثم لم تكن سفناً بالمعنى الصحيح ، ولكن فى سنة ١٨٥٢ عندما كانت فرنسا فى حرب ضد روسيا ، اشتركت هذه السفن المدرعة بالحديد ضد بطاريّات المدفعية الروسية فى « كينبورن » على البحر الأسود ، وأثبتت هذه السفن صلاحيتها ، إذ دمرت قنابلها بطاريات المدفعية دون أن تؤثر فيها قنابل المدفعية الساحلية .

وبنى الإنجليز والفرنسيون عدداً آخر من هذه العائمات المدرعة إلا أنهم وضعوا بها محركات تسيّرها بالبخار ، على أنه لما بدأت الحرب الأهلية فى أمريكا ؛ لم تفعل الولايات المتحدة شيئاً لإضافة سفن مدرعة لأسطولها ، وبعد أربعة أشهر من بدء الحرب وافق مجلس الكونجرس على قانون يجيز للحكومة بناء ثلاث سفن مدرعة .

وفى أثناء ذلك كانت السفن الخشبية لأسطول الاتحاد ( الولايات الشمالية )

قد حصرت ساحل الولايات الجنوبية الكونفدرالية ، ولم يكن للأخيرين أسطول خاص بهم ، فإنهم كانوا معنيين ببناء سفينة مدرعة يمكن أن تبعد عن ساحلهم أى عدد من السفن المصنوعة من الخشب .

وعمل ضابطان جنوبيّان هما : چون بروك ، وچون بورتر ، معًا لحل هذه المشكلة ، وقد وجدا أن الوقت لا يتوافر لهما لبناء السفينة وصنع محركاتها لافتقار الولايات الجنوبية للمعادن . ولما كانت بين السفن التى احترقت جزئيًّا عند إشعال النار فى أسطول الاتحاد بحوض نورفولك البحرى العائمة «ميريماك» التى تسير بالبخار ، فإنهما عملا لانتشالها من الماء وفحصها ، ولحسن جدهما أن وجدا محركاتها سليمة لا تزال صالحة للعمل ، ولاكتساب الوقت وضعا ألواح الحديد السميكة فوق الجدران الخشبية الأصلية ، وبهذا – اخترعا دون قصد – نوعًا جديداً من السفن ، ذلك لأنهما أقاما فوق السطح العلوى الذى لم تمسه النار بناء أسمياه « القلعة » . كان بناء له طابع الجزء العلوى من مستودع ريفى كهذه المستودعات التى تحفظ بها الحاصلات الزراعية ، وغطيا جدران القلعة بحديد سمكه أربع بوصات . وشقا فى البناء فتحات على طول الجدران لتبرز منها فوهات المدافع . وفى فبراير سنة ١٨٦٢ أنزلت السفينة ميريماك إلى الماء فى طابعها الجديد لتجربتها وإعدادها لتدمير السفن التى تحصد ساحل الولايات الجنوبية .

وسمعت حكومة الاتحاد بنبأ السفينة ميريماك ،وكانت توّاقة بدورها للحصول على سفينة مدرعة واحدة على الأقل لتقف أمام ميريماك فى المعركة القادمة ، ولكن اللجنة البحرية التى كانت تدرس فكرة تدريع السفن البحرية بدروع من الحديد ، كانت تشك فى إمكان احتمال السفينة لثقل الدروع التى كان بناة السفينة يريدون صنعها ، ومن ثم ذهب بوشنل – الرجل الذى كان يتولى الإنشاء – إلى نيويورك لاستشارة أكبر مهندس يعرفه ، كان هذا المهندس هو چون إيريكسون ، الرجل الذى عرفناه كمخترع للمروحة اللولبية .



« كانت المونيتور التى وضع تصميمها چون إيريكسون تجمع
بين عدة مخترعات مازال بعضها يستعمل إلى اليوم »

وقام إيريكسون بحساب الأوزان فى سفينة بوشنل وأخبره بأنها صحيحة ، ولكنه فى أثناء حديثهما ذهب إلى ركن غرفة مكتبه وجذب من بين المهملات الملقاة فى ذلك الركن صندوقاً أخرج منه نموذجاً لسفينة غريبة الشكل أشبه ماتكون بلوح من الخشب يعلوه برج صغير مستدير ، وأوضح إيريكسون لبوشنل أن هذا النموذج فكرة خطرت له لبناء سفينة مدرعة .

وعندما سأله بوشنل عن سبب عدم تقديمه هذا النموذج لرياسة الأسطول . أجابه بأنه يكره العمل مع سلطات الأسطول منذ امتنعت عن أن تدفع له حقوقه عن السفينة بريستون التى صنعها للأسطول .

وعرض بوشنل أن يقدم هو النموذج للجنة البحرية نيابة عنه ، وفعل هذا ، ولكن اللجنة لم تثق لا بالسفينة ولا بصاحبها ، واشترطت عدة شروط معرقلة . ولكن إيريكسون لم يتراجع وبدأ بناء سفينته ، وأنزلت السفينة إلى الماء فى الوقت المناسب لإنقاذ أسطول الاتحاديين ؛ إذ استطاعت أن تهزم السفينة الكونفدرالية ميريماك أو ڤرچينيا فى معركة مثيرة يوم ٩ من مارس سنة ١٨٦٢ .

وأثبتت المونيتور مكانة چون إيريكسون كمخترع عظيم ، فقد كانت تجمع



بين أكثر من أربعين اختراعاً لا يزال بعضها يستعمل حتى اليوم ، فقد اخترع إيريكسون الآلات التى تحرك السفينة ، والدفة التى توجهها ، وأجهزة التهوية التى نستعملها فى منازلنا ، هى تحسينات مما اخترعه إيريكسون للتهوية فى « المونيتور » والمصاعد التى نصعد بها ونهبط فى دورنا ترجع إلى حد بعيد لما اخترعه هو للمونيتور لرفع القنابل إلى مواقع المدافع ، وبنى إيريكسون عدداً آخر من هذه السفن قبل أن تنتهى الحرب ، وكان هو من أوائل الرجال الذين نالوا التكريم والتقدير بعد أن انتهت الحرب الأهلية .

وعلى مثال چون إيريكسون ، فإن مخترع أول غواصة ناجحة حقاً نزل هو أيضاً الولايات المتحدة من بلد آخر ، كان چون ب . هولاند أيرلندياً صناعته التدريس ، درس الهندسة فى وقت فراغه ونبه شأنه فيها ، ولكنه لم يستطع الإقامة فى بلده ، فقد كان من بين « الفينيين » الذين كانوا يعملون لتحرير أيرلندة من الإنجليز ، ومن ثم اضطر للرحيل عن وطنه لما يواجهه من اضطهاد .

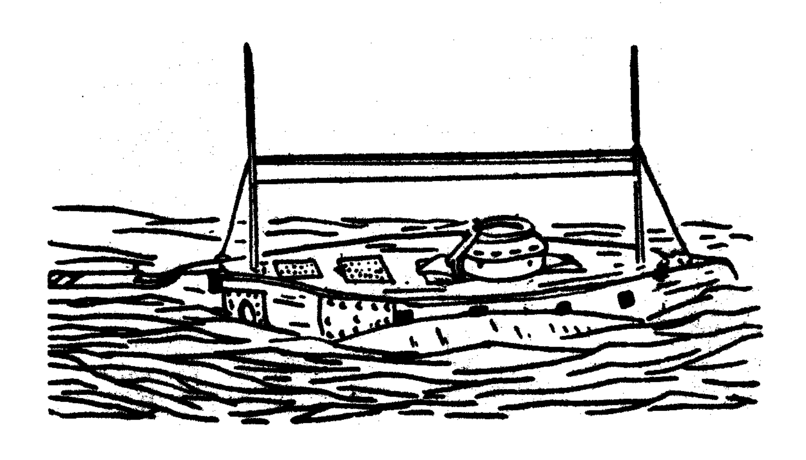
وذات يوم قرأ چون هولاند فى الصحف بعض سطور عن تجربة لغمر قارب أسفل سطح الماء بميناء نيويورك ، وكانت هذه التجربة واحدة من التجارب

الكثيرة للغواصات التى صنعت منذ أيام روبرت فولتون ، وقد نجحت بعض هذه التجارب ، ولو أنها لم تكن صالحة من الناحية العملية لتحقق ما يبتغيه من بناء الغواصات ، وكان كل تفكير چون هولاند أنه لو تحقق صنع غواصة صالحة تماماً لأمكن بها القضاء على الأسطول البريطانى ، ومن ثم تنجح قضية أيرلندة .

وراح چون هولاند يصنع التصميم لهذا القارب الذى يمكن أن يسير أسفل سطح الماء ويقذف السفن الحربية الكبيرة بالطوربيد دون أن تعرف حتى بوجوده إلى أن تبدأ الغرق ، وانتهى إلى تصميم جيد لم يوضع شىء مثله من قبل، إلا أن أصدقاء هولاند فى منظمة « الفينيين » ( ممن اضطروا مثله للرحيل إلى الولايات المتحدة فيما بعد ) سخروا من رسومه ، ولهذا فقد طوّح بها بعيداً ونفض يديه منها .

وفى سنة ١٨٧٢ عندما بلغ چون هولاند الحادية والثلاثين قرر الذهاب إلى أمريكا مصطحباً معه أمه ، فلما وصل بوستون ــ وكان هذا فى يوم من أيام الشتاء المطيرة ــ زلقت قدمه فانكسرت ساقه ، وكان لزاماً عليه أن يظل فى فراشه لشهرين كاملين ، وانتفع هولاند بهذا الوقت للعودة إلى تصمياته التى كان قد أغفلها من قبل ، ومع أنه استطاع أن يدخل على تصميمه الأول عدة تحسينات إلا أن أحداً لم يهتم به .

وعاد چون هولاند للتدريس من جديد ، وبقى يحضر اجتماعات المنظمة الأيرلندية التى تعمل لتحرير أيرلندة ، وبعد أربع سنوات رضى زميل له فى المنظمة ، ممن وفقوا لجمع المال ، أن يمنحه ستة آلاف دولار لبناء نموذج مصغر يصلح للاختبار والتجربة ، وتم هذا فى سنة ١٨٧٨ ، على أن المشكلة بالنسبة لكل النماذج التى صنعها آخرون قبله أن أحداً لم يستطع أن يجعل السفينة التى صنعها تنغمر تماماً فى الماء طوال تحركها ، وبخاصة عندما تقذف ما بها من طلقات ، ذلك لأن حمولتها تخف وتطفو بسرعة فوق الماء ، ولم تكن كذلك



« أول غواصة أمريكية »

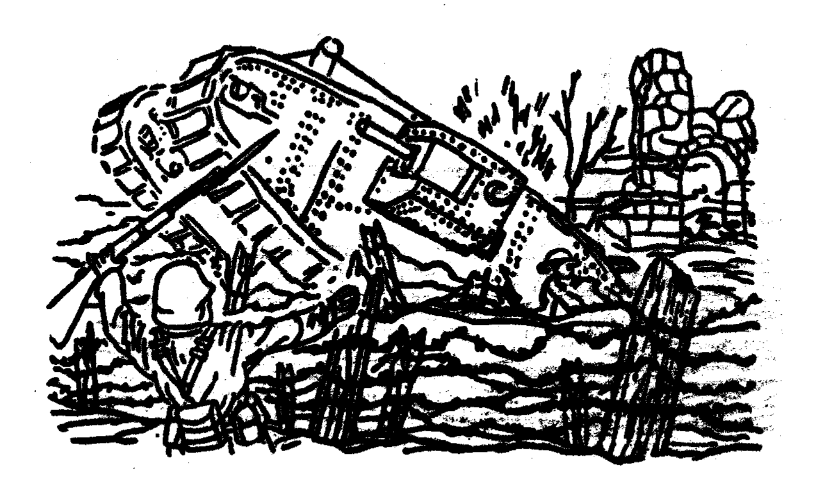
تسير باستواء عندما تنغمر أسفل سطح الماء ، بل تتمايل فى تحركها تبعاً للسرعة .

وفكر چون هولاند فى وسيلة للتغلب على هذه الصعاب ، وكانت وسيلته بسيطة ؛ فالسفينة تنغمر أسفل سطح الماء نتيجة لامتلاء مستودعات داخلها، تمتلئ من ماء البحر بوساطة مضخات ماصة ، فإذا ما خف وزنها بسبب إطلاق ما بها من مقذوفات أضيفت مياه جديدة تعادل الوزن المفقود ، فإذا ما أريد إعادة السفينة إلى سطح الماء أفرغت المستودعات مما بها من مياه بوساطة الهواء المضغوط .

ولم تنجح تماماً أول تجربة لغواصة حملت رجلا واحداً ، ولكن مع هذا فإن المنظمة التحررية أمدت هولاند بالمال لصناعة غواصة تتسع لثلاثة رجال ، وأطلقوا عليها اسم « فينيان رام* » . « المنجنيق الفينى » ، وأنزلت الغواصة الجديدة إلى البحر سنة ١٨٨١ .

---

* "Ram" فى الأصل كانت تعنى عموداً حاداً من المعدن له رأس خروف يستخدم ضد سفن العدو لاختراقها ، واستخدمت الكلمة فى الدلالة على الفعل بمعنى ( الضرب بقوة كبيرة ) .
معجم ويبستر طبعة سنة ١٩٥٦ ص ١٢٠٢

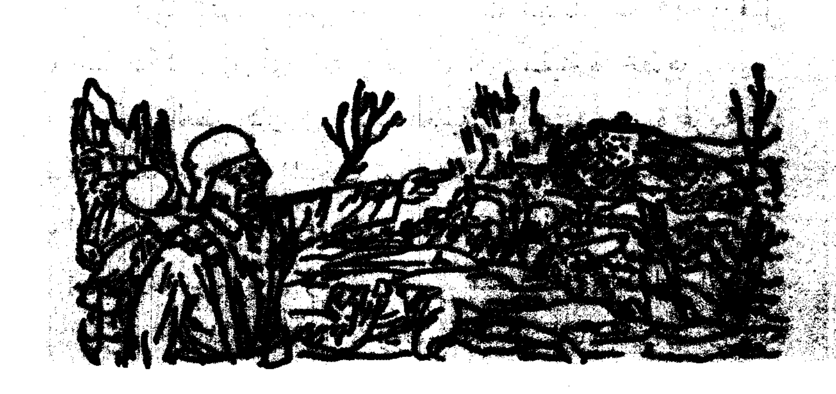


« اخترعت الدبابة التى تستطيع اجتياز كل أنواع الأراضى ،
وتدمر الرشاشات الآلية لأول مرة فى الحرب العالمية الأولى »

وأجريت عدة تجارب على هذه الغواصة الثانية ،وكانت حقاً أول غواصة حققت نجاحاً كاملا ، وبدأت الحكومة الأمريكية تهتم بالأمر ، ولكن قبل أن تخطو العملية خطوة أخرى ، كان مهندس قد عمل مع چون هولاند بعض الوقت ، يقود الغواصة وحده ، وقد أساء استخدامها ففقدت وسط اللجة ، وإن كان هو قد استطاع النجاة بنفسه .

ولم يكن لدى چون هولاند أى نقود ، وكان «الفينيون» بدورهم قد أنفقوا ما ادخروه فى منظمتهم للقضية التى يعملون لها ، وعاد هولاند مرة أخرى للتدريس ، وإن كان لم يغفل قط عن العمل لتحسين اختراعه .

وفى ذلك الوقت راح مهندسون آخرون فى بلاد أخرى يبنون غواصات متباينة الصور والحجوم ،وفى سنة ١٨٩٣ أعلن الأسطول الأمريكى عن حاجته لتصميم بناء غواصة ، وتقدم ثلاثة من المخترعين بينهم چون هولاند ،ووافق الأسطول على



تصميمين : أولهما لجون هولاند ، والثانى من صنع رجل اسمه سيمون لاك كانت لديه فكرة عن غواصة يمكن أن تسير فوق قاع المحيط .

واحتملت الحكومة الأمريكية نفقات بناء هذه « القوارب » التى تغوص أسفل سطح الماء ، ومع أن سفينة چون هولاند « البلانجر» . قد نجحت نجاحاً كبيراً ، فإنه لم يكسب الكثير من المال ، فقد منح مكافأة رمزية أنفقها على مطالبه فى الحياة .

وبدأت الأحوال تتغير ؛ فقد كوّن بعض الأثرياء شركة لبناء الغواصات لأساطيل دول العالم ، واستخدموا چون هولاند كبيراً لمهندسى الشركة ، ونزل لهم عن حقوقه مقابل أجر شهرى يتقاضاه ومبلغ عاجل من المال .

وبدا له أن الاتفاق منطقى معقول، ولكن الاتفاق مع هذا لم يستمر طويلا، فإن چون هولاند كان قد قدم عصارة ذهنه ولم يعد يستطيع أن يفكر فى شىء جديد لتحسين صناعته . ومن جهة أخرى ، فإن الشركة لم تلبث أن واجهت مشكلة لها خطرها ، فإن كل الحكومات رفضت أن تشترى غواصات تصنع فى أمريكا ، ورأت كلها أن تشترى من هولاند حق صناعة ما تريد من تصميماته ولكن فى أحواضها وتحت إشراف مهندسيها ، واعتقد هولاند أن اتفاقه مع أى

دولة لا يتعارض واتفاقه الأول مع الشركة الأمريكية ، وقام خلاف كبير بينه وبين شركائه ، فترك الشركة ليعمل وحده ، ومات هولاند سنة ١٩١٤ قبيل أن تبدأ الغواصة لتكشف إلى أى مدى يمكن أن تكون سفينة لها خطرها .

وجاء الاختراع العظيم الثانى فى الحرب العالمية الأولى، وفى صورة غريبة مثله مثل غواصة هولاند ،فبعد أن اشتعلت نيران الحرب بين ألمانيا والحلفاء فى سنة ١٩١٤ بدأ الجيشان المتضادان يحفران خطين من الخنادق يمتدان من القنال الإنجليزى إلى جبال سويسرة ، وكانت تحمى هذه الخنادق نطاقات الأسلاك الشائكة ، وأوكار الرشاشات الآلية ، ووضح أنه من المحال أن تخترق هذه المواقع الدفاعية لأى « عمق » كبير .

وفى ذلك الوقت كان فى الجيش الإنجليزى مهندس اسمه ( الليفتينانت كولونيل — أى المقدم — إ . د . سوينتون ) ، كان رجلا واسع التصور ، كتب عدداً من القصص القصيرة عن الحرب وعن المخترعات الحديثة التى تستخدم فيها ، وعندما شاهد الأسلاك الشائكة فى فرنسا ،عرف أن الجنود لن يستطيعوا شق طريقهم فى مثل هذه المواقع إلا بخسائر جسيمة فى الأفراد لاقبل لدولة باحتمالها ، وهنا خطر له أنه لو أركب الجنود سيارة لها دروع من حديد تكون المشكلة قد حلت من ناحية نيران الرشاشات الآلية ، لكن يجب التفكير فى وسيلة لجعل هذه السيارة قادرة على اجتياز كل أنواع الأراضى وتخطى سياجات الأسلاك الشائكة ، وكانت لدى الحلفاء بعض عربات مدرعة ولكنها لم تكن تستطيع البعد عن الطرق الممهدة ،وفكر سوينتون أن سيارته يجب أن تسير على جنازير كجرارة الحقل لتستطيع اجتياز كل أنواع الأراضى ،وفى أكتوبر سنة ١٩١٤ كتب سوينتون خطاباً إلى لورد كتشنر بفكرته ، ولكن لا كتشنر ولا وزارة الحرب اهتماً برسالته .

وبوسيلة ما وصلت الأنباء إلى ونستون تشرشل الذى كان يتولى أمر الأسطول والبحرية ، وأمر تشرشل بإعداد هذه العربات المدرعة الجديدة للواء البحرى الذى يقاتل على أرض فرنسا ، وشكل تشرشل لجنة من رجال البحرية لوضع

تصميم « آلة للمعركة » فى الحرب البحرية ، وناقشت اللجنة عدة تصميمات وصنعت بعض النماذج ولكن شيئاً منها لم يحقق أى نجاح .

وذهب المقدم سوينتون إلى فرنسا ليتعرف سبب الفشل ، وعاد يحمل أنباء جديدة ، فإن الجنود ليسوا فى حاجة إلى سيارة تحملهم ، بل يحتاجون إلى آلة تحطم أوكار الرشاشات التى تسد طريقهم ، وفى ذلك الوقت كان الجيش قد بدأ يهتم بالأمر ، وأرسل عدداً من رجاله للمعاونة فى مشروع البحرية .

ركان بين الضباط ملازم صغير اسمه و . ج . ويلسون ، وكان ويلسون هو الشخص الذى اقترح أول فكرة ناجحة ، إذ كانت الآلة التى فكر فيها أشبه بالماسة الكبيرة الطويلة ، تسير على جنازير تدور حول جانبيها ، وتم العمل بسرعة وجرب أول نموذج فى فبراير سنة ١٩١٥ .

وتقرر صنع مائة من هذه الآلة الجديدة قبل التفكير حتى فى الاسم الذى يمكن أن يطلق عليها ، وكان الإنجليز يعملون خفية وفى هدوء ، حتى يمكن أن يفاجئوا الألمان بهذه الآلة الجديدة التى أملوا كثيراً فى قضائها على رشاشات العدو ، وعندما عادوا إلى سوينتون يسألونه عن الاسم الذى يمكن أن يطلقوه عليها ، اقترح أن يقال عنها : « تانك » ، وكانت هذه التسمية تتمشى مع الرغبة فى الإبقاء على السرية ، فقد كانوا يضعون الدبابات فى صناديق خشبية كبيرة ، على أساس أنها مستودعات مياه مرسلة إلى روسيا ، ومن هنا نالت الدبابات اسمها بالإنجليزية أى « تانك » Tank ، وفعلت الدبابات أكثر مما فعله أى سلاح آخر لكسب الحرب العالمية الأولى ، وكان نصيب الكولونيل سوينتون أن رقى إلى رتبة جنرال ومنح لقباً .

## ٨

# عجائب حديثة

وباستثناء اختراع واحد ، فإن أغلب المخترعات الحديثة الهامة تمت كلها نتيجة لعمل مجموعات من الناس ، وسار العمل بسرعة لأن العلماء يعرفون اليوم ما يبحثون عنه ، فإذا كان هناك عمل فإنهم يقسمونه فيما بينهم إلى أجزاء يتولى كل جزء نفر منهم من المتخصصين ، والمخترع الوحيد الذى عمل وحده هو كلارنس بيردسآى ، ولم يكن فى الواقع يقصد أن يخترع شيئاً .

عندما كان كلارنس بيردسآى صبياً صغيراً أراد أن يدرس الحيوان، وعندما كان فى الخامسة من عمره أعطى أمه فراء فأر اصطاده، وأعد الفراء بيديه وحده دون معاونة أحد ، وعندما ذهب إلى المدرسة العليا فى مونتكلير من أعمال نيوچيرسى كان يحضر الدراسة بغرفة طهى الطعام، وقد قصد بهذا إلى أمرين : أولهما الاستزادة من إلمامه بالحيوان ، وثانيهما لأنه كان ذواقة يستهويه الطعام الجيد . فلما انتهى من دراسته العالية ، كان قد حصل على أن يدفع نفقات تعليمه لثلاث سنوات فى الجامعة ببيع الضفادع لحديقة الحيوان ، وبيع الفئران لأساتذة الكلية ، ولكنه لم يكمل دراسته فى الجامعة ، فإن كل ما جمعه من مال نفد فى ثلاث سنوات .

وفى سنة ١٩١٢ قابل كلارنس بيردسآى السير ويلفريد جرنفيل من رجال الإرسالية الإنجليزية والذى يعمل فى لبرادور .

وذهب بيردسآى إلى لبرادور بمعاونة الإرسالية التبشيرية ، ذهب كتاجر فراء ، وفى السنوات الأربع التالية تابع الرجل عمله وقطع عدة رحلات جيئة

وذهاباً ، وفى إحدى هذه الرحلات بنى بزوجته ، وذهب بها إلى مكان عمله فى لبرادور .

ومن الضرورى أن نعرف أن جو لبرادور شديد البرودة ، وأن اللحوم تحفظ بتركها تتجمد خارج المنزل ، وقد لاحظ كلارنس بيردسآى أن اللحم الذى يثلج فى الأيام الشديدة البرودة تكون له نكهة جيدة على خلاف اللحم الذى يثلج فى أى وقت آخر ، وكان لزاماً أن يثير هذا الخلاف فى بيردسآى الرغبة إلى معرفة السبب ، ومن ثم بدأ يختبر اللحم ويفحصه أسفل الميكروسكوب .

ووجد بيردسآى أن اللحم الذى يثلج ببطء تتكون داخل مسامه قطع رفيعة مستطيلة من الثلج أشبه بالإبر ،وتتخلل هذا الثلج خلايا اللحم، فإذا ما أسيل أو أذيب هذا اللحم سبب ذوبان الثلج داخل خلايا اللحم تغير مذاق اللحم ، ولكن عندما يثلج اللحم بسرعة فإن هذه البلورات الثلجية لا تتكون ، ومن ثم فإن خلايا اللحم لا تغلف بالثلج .

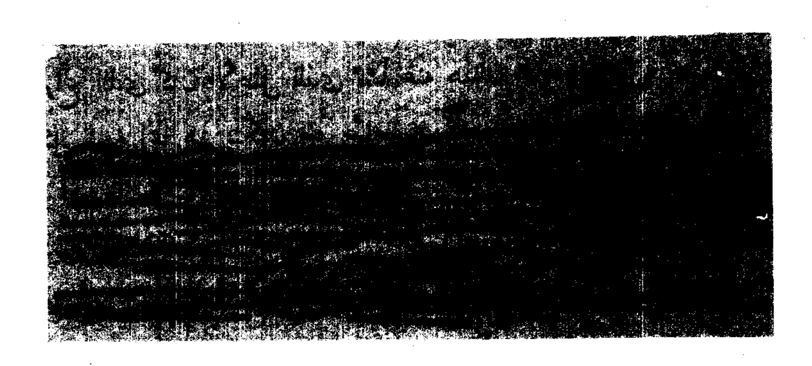
وخطرت لبيردسآى فكرة ، هى أنه لواستطاع أن يثلج الأشياء الأخرى بنفس الطريقة أمكن أن تبقى خلاياه بمنجاة من إبر الثلج الرفيعة ، ولكن كان من الضرورى البحث عن وسيلة صناعية ، فمع أن حرارة الجو تصل فى أيام كثيرة إلى نحو ٤٠ أو ٥٠ درجة تحت الصفر ، إلا أنه لا يمكن انتظار الأيام الأكثر برودة لتثليج الأغذية التى يراد الاحتفاظ بها ، وبدأ بيردسآى يعمل على أساس ما يعرفه من أن الماء الملح يمكن أن يكون شديد البرودة حتى ولو لم يتجمد، وغمر « الكرنب » فى مياه ملحة ثم وضعها بعد ذلك فى مكان يمكن أن تمر به الأهوية الثلجية ، وتجمد الكرنب بسرعة ، وأثبت الفحص الميكروسكوبى أن الخلايا الدقيقة لم تمتلىء بالثلج ،وكان هذا اختراعاً هاماً ،ذلك لأن خلايا الخضر والفاكهة هى عادة أرق من خلايا اللحم ، ولكن مع هذا فإن بيردسآى لم يعتبر أنه قد حقق نجاحاً باختراعه فليس من الممكن أن تؤخذ الخضر والفاكهة من كل بقاع العالم لتثلج فى لبرادور ، ومن ثم كان على الرجل أن يجد الآلة التى



« وجد كلارنس بيردسآى فى لبرادور طريقة لتجميد الخضراوات بسرعة دون أن ينتزع أغلفتها الرقيقة » .

يمكن أن تفعل هذا فى أى مكان من العالم فتثلج الحاصلات الزراعية بمجرد جمعها من الحقول ، ووضح أن صنع هذه الآلة عمل كثير النفقات ، فإن بيردسآى لم يكن يملك إلا القليل لإجراء تجاربه العملية .

ولكن بيردسآى كان رجلا مجدوداً ، فإن فراء لبرادور يرسل إلى الولايات المتحدة عن طريق جلاوسستر من أعمال ولاية ماساشوستس حيث كان له عدد من الأصدقاء بينهم رجل يمتلك مصنعاً لعمل الثلج ، وأفسح الرجل ركناً فى مصنعه لبيردسآى يجرى فيه تجاربه ، وبدأ بيردسآى يصنع آلة تستخدم ماء ملحاً بارداً ووضع فيها بعض ألواح من المعادن تلامس الحاصلات التى يراد تثليجها ، واستطاع بما اقترضه أن يصنع أجزاء هذه الآلة التى وضع تصميمها .



وكان من حسن حظ بيردسآى أنه يعمل فى مجتمع يهتم بصيد السمك ، والسمك من الأغذية التى يصعب إبقاؤها ، ولهذا فإن أى نجاح للآلة سيمهد الطريق لما هو أكبر وأهم ، وبدأ التجارب وحققت نجاحًا طيبًا ، وبدأ الناس يهتمون بتجاربه ، بل وفق إلى ثلاثة رجال أسهموا معه بأموالهم يستثمرونها فى مشروعه شركاء معه فيه ، وثلج بيردسآى السمك وبدأ يضعه فى صناديق قديمة من صناديق الحلوى .

ووفق بعد وقت أن يجد المتاجر التى رضى أصحابها أن يبيعوا هذا السمك المثلج ، وابتاع الناس القليل للتجربة ثم عادوا يطلبون المزيد ، وقبل أن يمر وقت طويل كان بيردسآى يثلج ويبيع عدة ألوان من الأغذية ، واليوم توجد مستودعات كبيرة فى كل مكان من العالم تبيع الأغذية المثلجة ، وصار من الممكن أن يحتفظ الناس فى دورهم بكميات من الأغذية لم يكونوا يستطيعون من قبل أن يحتفظوا بها ، وأن يثقوا بأنها ستكون طازجة عند الحاجة لتناولها .

وأحس بيردسآى بعد هذا النجاح أنه يستطيع أن يفكر وأن يخترع ، واخترع المصابيح الحرارية ، وحسن من صناعة المصابيح « اللمبات » الكهربية ، ثم وجد

وسيلة لاصطياد الحيتان ، وله الآن أكثر من ثلثمائة اختراع مسجل .

والاختراعان الآخران الأكثر أهمية اليوم هما من أصل واحد ، وإن كان الكثيرون قد أدلوا بدلوهم وعملوا الكثير ليجعلوهما أحكم وأدق ، ولكى نفهم هذا الاختراع الذى كان الأصل الذى نشأ عنه هذان الاختراعان ، يجب أن نذكر أن كل شيء إنما هو يتكون من عناصر كيموية ، والعناصر الكيموية كثيرة ولكن أهم ما نعرف منها بسرعة : الكلسيوم ، الكربون ، الذهب ، اليود ، الصوديوم ، الأكسچين ، والعناصر الكيموية بدورها تتكون من ذرات دقيقة إلى حد أنها لا يمكن أن ترى بالمجهر القوى ، فضلا عن أن ترى بالعين المجردة ،

وكل ذرة من أى عنصر كيموى تعمل عمل أى ذرة أخرى من نفس العنصر ، ومعنى هذا أننا إذا مزجنا أى ذرتين من العنصر الذى يقال له : الهيدروچين بذرة من عنصر الأكسچين فإن هذا المزج للذرات الثلاث يكون الماء ، مهما كان عدد المرات التى يحدث فيها هذا المزج .

وبقى الناس لوقت طويل يظنون أن الذرات أصغر الأشياء التى تتركب منها الكتل الكبيرة من أى مادة ، ولكن فى سنة ١٨٩٦ كشف عالم فرنسى اسمه هنرى بيكويريل شيئاً له طابعه المميز فى عنصر الأورانيوم ، أثقل العناصر كلها .

كان هنرى بيكويريل سليل أسرة لها بالعلم صلة وثيقة ، فقد كان أبوه وجده من أعلام الكيمياء ، ولهذا فلا غرابة أن كل الأحاديث التى كان يسمعها منذ بدأت عيناه تتفتحان ومنذ أن بدأ عقله يعمل ، كانت أحاديث عن الكيمياء . ولهذا لم يدهش أحد من أن ينصرف الصبى إلى دراسة العلم وأن يكون فى فجر شبابه أستاذاً خبيراً بالكيمياء ، فقد نشأ عزوفاً عن صحبة الناس يشغل وقت فراغه بإجراء التجارب على العناصر الكيموية .

ووجد بيكويريل أنه عندما توضع قطعة من الأورانيوم على مقربة من صورة سلبية للحظات حتى فى الظلام فإن شيئاً غريباً يحدث لهذه الصورة

السلبية ؛ إذ يترك الأورانيوم أثره فيها وكأنه وميض ضوء قد مر بها ، وكشف بيكويريل أن هذا يحدث أيضاً حتى ولو كان بين الأورانيوم وبين الصورة لوح دقيق من المعدن .

وانتهى بيكويريل إلى أن الأورانيوم يعطى نوعاً ما من الأشعة ، ثم استطاع بعد ذلك أن يثبت أن هذه الأشعة شيء مثل الكهرباء .

وأدى هذا الكشف الذى حققه بيكويريل إلى أن ينصرف كل الكيمويين للبحث عما يمكن أن تكون هذه الأشعة ، وكان بين هؤلاء الذين عملوا فى البحث بيير ومارى كورى ، وكانت مارى فتاة بولونية نزلت باريس لطلب العلم ، وهناك قابلت بيير كورى الذى يشتغل بالتدريس وتزوجته .

ووجد بيير ومارى كورى فى أثناء قيامهما بالتجارب أن الأورانيوم الخام يعطى أشعة أكثر مما يطلقه الأورانيوم النقى الخالى من الشوائب ، وأدركا أنه لا بد أن يكون فى المادة الخام شيء آخر هو الذى يسبب تكاثر الأشعة ، وبدأ الاثنان يفصلان عناصر المادة الخام ، وكان هذا عملا طويلا صعباً ، وفى أثناء هذه التجارب قتل بيير كورى فى حادث سيارة ، ولم تتوقف مارى كورى بل تابعت تجاربها .

وبعد سنوات فى عمل مجهد اختبرت طوالها السيدة كورى عناصر كيموية أصغر من سن الإبرة ، نجحت فى إثبات أن الأورانيوم الخام يحتوى على مادة أخرى هى عنصر آخر جديد أطلقت عليه اسم الراديوم ، ثم عادت فأثبتت أن الراديوم مشع لأنه يتآكل ويتحول إلى عنصر آخر ، وفى أثناء هذا يفقد جزءاً من مادته .

ولكن إذا كانت هذه النتائج حقائق ، فإن الذرة لا يمكن أن تكون إذن أصغر الأشياء ، بل تتكون هى الأخرى من أقسام أصغر منها ، ولم يمر وقت طويل حتى أثبت عدد من العلماء بوسائل أخرى أن ما حققته السيدة كورى لاشك فيه ، وأن الذرة تتكون من أجزاء أصغر منها .

وثبت أنه فى وسط كل ذرة شيء يقال له : « النواة» ، تدورحولها — كما تدور الكواكب حول الشمس — أجسام أصغر منها بكثير هى الإلكترونات ،وثبت أنه من الممكن انتزاع بعض هذه الإلكترونات من الذرة لوقت ما بوساطة شحنات كهربية قوية .

وأدى هذا الكشف إلى اختراع عظيم صاحبه رجل اسمه « لى ديفورست » ، نشأ فى ألباما حيث كان أبوه عميداً لكلية ، فعلى مقربة من المنزل الذى نشأ فيه ديفورست يوجد فرن كبير أعجب به الصبى ، حتى إنه كان يقضى الساعات الطوال فى مراقبته ، وأخيراً بنى نموذجًا مصغراً له .

وعندما بلغ العاشرة أو الحادية عشرة أخذه أبوه معه إلى مصنع لإصلاح القاطرات ، كان الأب قد ذهب لعمل ما ، ولما عادا أدراجهما إلى منزلهما أقام ديفورست فى الفناء الخلفى للمنزل نموذجًا كبيراً لقاطرة ، وعندما انتهى من دراسته بالجامعة بدأ يصنع عدة أشياء ، وكان أول اختراع له نوعًا من الدراجات ، ولكنه لم يحقق نجاحًا .

على أن ديفورست ،لكى يكسب ما يقوم بأوده ،بدأ يعمل فى شركة للكهرباء وأدرك مما تعلمه فى عمله الجديد أن فى ميدان الكهرباء فرصة أكبر مما فى أى ميدان آخر ، كان من الممكن أن يفكر وأن يخترع ، ففى ميدان الكهرباء متسع للتحسين والتجديد والاختراع ، وكان أول ما اخترع وسيلة لتحسين التلغراف اللاسلكى الذى كان ماركونى قد اخترعه لتوه .

وفى سنة ١٩٠٠ بدأ ديفورست يقوم بتجارب لبحث ما إذا كان فى الهواء إشارات لاسلكية ، وكان الجهاز الذى استخدمه يطلق شرارة كهربية تثب عبر ثغرة فى الجهاز ، ولاحظ ديفورست فى أثناء عمله أنه فى كل مرة تثب الشرارة يظلم أو يعتم ضوء المصباح الغازى ، ثم يعود فيلمع من جديد ، ولم يكن من الصعب أن يقدر ديفورست أن هذا يحدث نتيجة لموجات صوتية بفعل الشرارة أو القبس ، ولكن هذا جعل ديفورست يسأل نفسه :

« ماذا يمكن أن يحدث إذا استطعنا أن نجعل ضوء الكهرباء يظلم ويلمع على التوالى بجعل الشرارة تثب داخل الضوء نفسه ؟ » .

وقاده هذا السؤال إلى سلسلة طويلة من التجارب ، وهى سلسلة معقدة لا يمكن أن نذكر تفاصيلها هنا ، ولكن الذى يعنينا أنها اقتضت منه سنوات طوالاً حتى يدرك أنه كان فى داخل المصباح الكهربى خيطان اثنان بدلا من خيط واحد ، وكان التيار يجرى من أحدهما للآخر ، فإن بعض الإلكترونات تثب عبر المسافة بينهما .

وكان هذا كل ما يحتاج إليه من معرفة ، ثم فكر أن يضع بين الخيطين شيئاً أطلق عليه اسم « الشبكة » ، ومرر تياراً قوياً داخل الأنبوبة ، فإذا أطلق تياراً ضعيفاً على الشبكة فإنها تكون عاملا مانعاً ولا تسمح للإلكترونات ولا للتيار بالمرور ، ومن ثم فإن « الأنبوبة » تجعل أى خلاف بسيط فى التيار خلافاً قوياً مما يجعل التيار الضعيف يسيطر على التيار القوى .

وأطلق ديفورست على الأنبوبة التى تفعل هذا اسم « الأوديون » * ، وقد قدم اختراعه للتسجيل سنة ١٩٠٧ ، وكان واحداً من أهم وأنفع المخترعات التى سجلت ، بل كان لأنبوبة أوديون أكثر من صورة من صور النفع ، إذ تستخدم الآن فى الرادار الذى يمكننا من الرؤية فى الدخان أو الضباب الكثيف بوساطة موجهات كهربية دقيقة تثب من كل شىء صلب ، ونستخدم أنابيب أوديون فى التليفون اللاسلكى وفى التلفزيون ، وفى السينما الناطقة ، وكان للى ديفورست دور كبير فى اختراع كل هذه الأشياء .

وجاء الاختراع الثانى هو الآخر أيضاً وليد كشف السيدة كورى عن الطاقة الذرية ، فبعد أن حققت كل ما أثبتته تجاربها على الراديوم ، تم الكشف عن عناصر

---

* Audion الأصل Audio تعنى التردد ( فى الصوت ) والذبذبة ( فى الميكانيكا ) .

أخرى يمكن كذلك أن تنشطر ، وكان بينها نوع أو نوعان من الأورانيوم ، وعندما تنشطر ذرة ،عنصر ما فهى لا تتحول إلى شيء آخر فحسب ، بل تولد أيضًا طاقة كبيرة ، ومثل هذا إلى حد ما حرق كتلة من الفحم اختزنت فيها طاقة جاءت من الشمس منذ آلاف السنين .

ولكن ذرة العنصر صغيرة جدًّا إلى حد أن الطاقة التى تتولد فى أثناء تبدد العنصر وضياعه لا تكون كبيرة فى جملتها ، ولكن هذه العملية تتطلب وقتًا طويلا فإن رطلا من الراديوم يحتاج إلى ١٥٩٠ سنة حتى يضمحل نصفه ويتآكل ، وقد ظن الكثيرون نتيجة لهذا الكشف عن اضمحلال العناصر وتآكلها أنه إذا أمكن أن توجد طريقة لجعل عدد كبير من الذرات تضمحل فى وقت واحد ، فإن الطاقة التى تستخدم تكون كبيرة ، وتكون جملة الطاقة التى تنطلق أكبر بكثير من الطاقة التى تطلق بحرق الفحم أو الزيت أو حتى أقوى المفرقعات ، وعمل الكثيرون من العلماء فى بلاد كثيرة للوصول إلى حل ، وإلى إجابة صحيحة ،وكانوا طوال تجاربهم وبحوثهم يتبادلون المعلومات ويتشاورون فى الخطوات التالية ، ولهذا ليس من العدل أن نقول بأن أحدهم وحده هو الذى حل المشكلة ، ولكن العمل الأهم هو العمل الذى قام به أنريكوفيرمى .

وككثيرين من المخترعين عنى فيرمى بالتفكير فى مستقبله وهو لايزال غلامًا صغيراً : ولد فيرمى فى روما عاصمة إيطاليا ، ودرس الطبيعة والرياضيات وهو فى سن كان أغلب لداته فيها ما زالوا يتعلمون القراءة ، وعندما بلغ الثالثة عشرة علمه مهندس من أصدقاء أبيه علم الهندسة فى ساعات المساء .

وفى الثامنة عشرة حصل أنريكو فيرمى على منحة دراسية فى جامعة بيزا ، ثم تلقى عدة منح دراسية فى جامعات أوربية أخرى ، وقبل أن يمر وقت طويل كان أنريكو يحاضر الطلاب ، ثم اتجه إلى أمريكا كراهية للحكومة التى تتولى الأمر فى إيطاليا ، وفى الولايات المتحدة عين أنريكو فيرمى أستاذاً لعلم الطبيعة فى جامعة

كولومبيا حيث بدأ تجاربه على الذرة ، وعرف الكثير عما يجمع الذرات معاً وعما يمكن أن يجعلها تنشطر ، وعندما بدأت الحرب العالمية الثانية كان فيرمى واحداً من أهم علماء الذرة فى الولايات المتحدة ، ولهذا اختير ليتولى العمل فيما قيل له : « مشروع مانهاتن » .

وفى ذلك الوقت كان العلماء قد عرفوا أن بعض الذرات يمكن أن تنشطر لو حطمت بشظايا أو شذرات دقيقة صغيرة جداً من ذرات أخرى ، فلو أن ذرة من عنصر ما أمكن أن تنشطر للنوع الصحيح من الشذرات وبدأت هذه بدورها تشطر ذرات أخرى ، وتكررت العملية المرة إثر الأخرى ، فإن كل الذرات فى كتلة هذا العنصر تبدأ عمليات انشطار متتالية ، ونتج عن هذا ما يعرف باسم « سلسلة رد الفعل » وإذا حدث هذا فإن الطاقة تولد انفجاراً يكون أضعافاً مضاعفة لأى انفجار حدث من قبل .

ولكن كان هذا كله نظريات علمية يمكن إثباتها بالحساب والأرقام والمنطق والحقائق العلمية ، ولكن لم يعرف أى فرد أى العناصر يمكن أن تستخدم ، ولا كيف يمكن الحصول على الكمية الكافية من هذه العناصر معاً ، ولم يعرف أى فرد كيف يمكن أن يتولد الانفجار الذى يحطم كل ما حوله .

وبدأت الأشياء تتجمع بسرعة عندما هاجم اليابانيون قاعدة بيرل هاربور ، وكانت الولايات المتحدة فى حرب ، وكان عليها أن تفعل كل ما تستطيع للدفاع عن أرضها وسكانها ، وعرف الأمريكان أنهم حقاً يواجهون خطراً مخيفاً عندما عرفوا أن أعداءهم يعملون بدورهم لحل لغز الانفجار الذرى ، وأصر الأمريكان ألاّ يسبقهم العدو فيستخدم هذا السلاح ضدهم .

وأقامت الحكومة الأمريكية « مشروع مانهاتن » وجمعت طائفة من العلماء الأعلام لبحث كل مسائل الانفجارات الذرية ، وكان يتولى إدارة المشروع

عالم اسمه ج . روبرت أوبنهايمر من مواليد نيويورك ، وتشبه حياته بدورها حياة أنريكوفيرمى .

بدأ أوبنهايمر كطالب لا يبدى أية علائم تدل على أنه سيكون علماً فى الرياضيات والطبيعة ، ولكن عندما ذهب إلى الجامعة أبدى نبوغاً وبدأ يحصل بجده على المنح الدراسية فى نفس الكليات التى حضر الدراسة فيها أنريكوفيرمى .

ولما عاد أوبنهايمر إلى الولايات المتحدة عين أستاذاً فى المعهد التكنولجى بكاليفورنيا كما عين أستاذاً للذرة ، وقد اختير لرياسة مشروع مانهاتن لعلمه من ناحية ، ومن ناحية أخرى لحسن صلاته بالناس الأمر الذى جعل غيره من العلماء يقبلون على العمل معه .

وبدأ مشروع مانهاتن فى غرفة أسفل ملعب الكرة فى شيكاغو . وفى تلك الغرفة بدأ العلماء يبحثون عن شىء كان من الممكن ألاّ يجدوه قط .

وبلا شك لم يكن أوبنهايمر وفيرمى هما كل الطاقم الذى يعمل ، فعلى طول الولايات المتحدة كان العلماء يبحثون تفاصيل عمليات انشطار الذرة .

ولم يحدث فى أى اختراع عظيم آخر أن تعاون مثل هذا العدد الكبير من العلماء ، ولا كان به هذا العدد من الصعاب التى كان من الضرورى التغلب عليها .

ولا تزال الوسيلة التى حلت بها المشكلة سرًّا لا يذاع ، ولكن الذى حدث هو أن أنريكو فيرمى ومن معه استطاعوا أن ينجحوا فى صنع القنبلة الذرية الأولى التى فجرت فى « هوايت ساندس » من أعمال ولاية نيوميكسيكو — يوم ١٦ من يوليو سنة ١٩٤٥ .

وعرف العلماء أن ما اكتشفوه أكبر بكثير من أن يكون انفجاراً مروعاً ، فقد وجدوا ذرات أخرى يمكن أن تنشطر ، وثبت أن بعضها ينفع الأطباء وغيرهم من العلماء ، وكشفوا أن بعض الذرات تنشطر بسرعة تكفى لتوليد حرارة كبيرة ، ولكن السرعة ليست بالقدر الكافى لإحداث الانفجار ، وكان معنى هذا أن

الأفران الذرية يمكن أن تستخدم لقيادة المحركات ولإيجاد الكهرباء ، وربما يمكن فى يوم ما أن نحصل على ما نحتاج إليه من طاقة دون أن نحرق الفحم أو أن نستخدم البترول .

والواقع أننا لا نعرف اليوم كل الأشياء التى يمكن أن تقدمها القوة الذرية لنا ، وربما يكون استخدام هذه الذرات مورداً لمخترعات جديدة فى السنوات القادمة .

ولقد أمكن – إلى جانب الإمداد بالقوة – اختراع أشياء كثيرة لشفاء الأمراض ، كما توجد احتمالات بأنه سيمكن جعل المصانع التى تستخدم الطاقة أحسن حالا وأكثر إنتاجاً .

ولكن ليس هذا هو النوع الوحيد للمخترعات التى يجب أن نتوقع رؤيتها ، فلقد نجح العلماء فى إيطاليا وأيسلندة أن يجعلوا الينابيع الساخنة فى تلك البلاد تولد الكهرباء ، وفى بوسطون منزل يختزن الحرارة التى يمتصها من الشمس صيفاً ثم يعود فيطلقها فى الشتاء للتدفئة .

وقد اخترع رجل من شمال أفريقيا فرناً يعمل بحرارة الشمس ، وقد يمكن أن يستخدم لتحريك آلة ، ويخترع علماء النبات أنواعاً جديدة كثيرة من النباتات تنمو بسرعة وتنتج محصولا أكبر .

وصنعت أقمشة من البلاستيك تصلح للاستخدام لمدة أطول مما تصلح له الأقمشة التى تنسج من القطن أو من الصوف .

إن الكثير من هذه النتائج لا تحسب فى عداد المخترعات الحقيقية ، ذلك لأنها لا تزال تتطلب الوصول بها إلى مرحلة الكمال قبل أن يستخدمها كل فرد ، ولكنها تكفى لإعطائنا فكرة عن أن أشياء وأشياء لا نزال نتوقع من المخترعين أن يحققوها لنا فى المستقبل القريب .

